

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1923-1924 — N° 12

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

DÉRATISATION DES NAVIRES

SOUFRE - ACIDE CYANHYDRIQUE - CHLOROPICRINE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 23 Novembre 1923

PAR

Abel-Jean-Joseph-André DEGOUL

MÉDECIN DE 2^e CLASSE AUXILIAIRE DE LA MARINE
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Né à LORIENT (Morbihan), le 5 décembre 1895.

Examineurs de la Thèse	{	MM. MANDOUL, professeur.....	Président.
		MOURE, professeur.....	{ Juges.
		ANDÉRODIAS, agrégé.....	
		R. SIGALAS, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET

17, RUE POQUELIN-MOLIÈRE, 17

1923

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1923-1924 — N° 12

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

DÉRATISATION DES NAVIRES

SOUFRE - ACIDE CYANHYDRIQUE - CHLOROPICRINE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 23 Novembre 1923

PAR

Abel-Jean-Joseph-André DEGOUL

MÉDECIN DE 2^e CLASSE AUXILIAIRE DE LA MARINE
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Né à LORIENT (Morbihan), le 5 décembre 1895.

Examineurs de la Thèse	{	MM. MANDOUL, professeur.....	Président.
		MOURE, professeur.....	Juges.
		ANDÉRODIAS, agrégé.....	
		R. SIGALAS, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET

17, RUE POQUELIN-MOLIERE, 17

1923

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, GUILLAUD, ARNOZAN, POUSSON.

PROFESSEURS

	MM.		MM.
Clinique médicale.....	VERGER.	Zoologie et parasitologie.....	MANDOUL.
id.....	CASSAËT.	Médecine expérimentale.....	FERRÉ.
Clinique chirurgicale.....	CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique.....	LAGRANGE.
id.....	VILLAR.	Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	DÉNUCÉ.
Pathologie et thérapeutique générales.....	CRUCHET.	Clinique gynécologique.....	BÉGOUIN.
Clinique d'accouchements.....	RIVIÈRE.	Clinique médicale des maladies des enfants.....	MOUSSOUS.
Anatomie pathologique et microscopie clinique.....	SABRAZÈS.	Chimie biologique et médicale.....	DENIGÈS.
Anatomie.....	PICQUÉ.	Physique pharmaceutique.....	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie.....	G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clinique des malad. exotiques.....	LE DANTEC.
Physiologie.....	PACHON.	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	W. DUBREUIL.
Hygiène.....	AUCHÉ.	Pathol. ext. et chirurg. opératoire et expérimental.....	GUYOT.
Médecine légale et déontologie.....	N.	Clinique des maladies nerveuses et mentales.....	ABADIE.
Physique biologique et clin. d'électricité médicale.....	BERGONIÉ.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	MOURE.
Chimie.....	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée.....	BARTHE.
Botanique et matière médicale.....	BEILLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	SELIER.
Pharmacie.....	DUPOUY.		

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — LABAT (Pharmacie). — CARLES (Thérapeutique et pharmacologie).
PETGES (Vénérologie).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie et embryologie.....	VILLEMEN.	Médecine générale.....	MICHELEAU.
Histologie.....	LACOSTE.	id.....	BONNIN.
Physiologie.....	DELAUNAY.	Maladies mentales.....	PERRENS.
Anatomie pathologique.....	MURATET.	Médecine légale.....	LANDE.
Parasitologie et sciences naturelles.....	R. SIGALAS.	Chirurgie générale.....	ROCHER.
id.....	N.	id.....	DUVERGEY.
Physique biologique et médicale.....	RECHOU.	id.....	PAPIN.
Chimie biologique et médicale.....	HERVIEUX.	Obstétrique.....	PERY.
Médecine générale.....	MAURIAC.	id.....	FAUGÈRE.
id.....	LEURET.	Ophtalmologie.....	TEULIÈRES.
id.....	DUPERIÉ.	Pharmacie.....	GOISE.
id.....	CREYX.		

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Clinique dentaire.....	CAVALIÉ.	Démonstrations et préparations pharmaceutiques.....	LABAT.
Médecine opératoire.....	N.	Chimie.....	N.
Accouchements.....	PERY.	Pathologie interne.....	N.
Ophtalmologie.....	CABANNES.	Pathologie externe.....	N.
Puériculture.....	ANDÉRODIA.		

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes... MM. ROCHER.

Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle..... GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MES MAÎTRES

DE LA FACULTÉ ET DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE NAVALE

A MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL BARTHÉLÉMY

*Directeur de l'École principale du Service de Santé de la Marine,
Commandeur de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

A MONSIEUR LE MÉDECIN PRINCIPAL BROCHET

*Sous-Directeur de l'École de Santé navale,
Chevalier de la Légion d'honneur.*

A TOUS CEUX

QUI ONT BIEN VOULU S'INTÉRESSER A NOTRE TRAVAIL
ET NOUS VENIR EN AIDE PAR LEURS CONSEILS ET LEUR DOCUMENTATION

A MONSIEUR LE MINISTRE RIO

Sous-Secrétaire d'État à la Marine marchande.

A MONSIEUR LE DOCTEUR RIBOT

Directeur du Service sanitaire de Marseille.

A MONSIEUR LE DOCTEUR J. FEYTAUD

Directeur de la Station entomologique de Bordeaux.

A MONSIEUR LE DOCTEUR BOSREDON

Médecin chef de la Compagnie Générale Transatlantique.

A MONSIEUR LE DOCTEUR DUMOND

Médecin chef du paquebot Paris.

A MONSIEUR LE DOCTEUR GENDRONNEAU

du Labourdonnais.

A MONSIEUR LE CAPITAINE COCHAIN

Directeur du Service sanitaire du port de Bordeaux.

Qui fit preuve envers nous d'une
particulière amabilité.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE DOCTEUR MANDOUL

*Professeur de zoologie et de parasitologie à la Faculté de médecine
de Bordeaux,
Officier de l'Instruction publique.*

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

DÉRATISATION DES NAVIRES

SOUFRE - ACIDE CYANHYDRIQUE - CHLOROPICRINE

INTRODUCTION

A toutes les époques, les rats ont été les hôtes indésirables des navires. Autant à cause de l'absence de procédés de dératisation que des innombrables refuges quasi inaccessibles que leur offraient les fonds des vieux vaisseaux, ils furent jadis, avec les cancrelats, un des fléaux de la navigation.

Citons plutôt Fonssagrives, nom que nous sommes heureux de pouvoir faire figurer en tête de ce travail, parce que c'est celui d'un auteur à qui vont toutes nos sympathies. Voici ce qu'il dit des rats :

« A bord des navires, ces parasites, arrêtés à peine dans leur propagation par l'instinct chasseur des chats — ces compagnons domestiques des pérégrinations des matelots qui professent pour eux un culte en quelque sorte égyptien — pullulent quel-

quefois à un tel point que leurs cadavres donnent à l'eau de la sentine une odeur putride qui rappelle celle de certains égouts et infecte l'atmosphère de la cale. »

Quant aux cancrelats :

« Nous avons vu — dit Fonssagrives — des bâtiments tellement infectés de ces parasites que, quand on passait sous le vent à petite distance, on percevait très bien la fétidité qu'ils exhalaient. »

A cette époque et plus tard encore, c'était moins à cause des inconvénients pourtant sérieux signalés par Fonssagrives que des ravages commis par les rats sur les vivres, marchandises, filins, toile à voile, que l'on s'ingéniait à trouver le moyen de les détruire. Il est un certain nombre d'écrivains maritimes qui ont raconté avec humour quelques épisodes de chasse aux rats, mais les moyens qu'ils ont décrits étaient assurément plus pittoresques qu'efficaces.

La question devint d'une autre importance le jour où il fut établi que ces animaux n'étaient pas seulement des agents de déprédation, mais qu'ils pouvaient constituer un danger réel de propagation de la peste.

Il n'est pas dans les limites de notre sujet de nous étendre sur l'historique des travaux qui ont établi la transmission du bacille de Yersin à l'homme par le rat et les puces dont cet animal est porteur en nombre particulièrement considérable à partir du moment où il devient malade (1). Pas plus ne nous retiendront les études sur les caractères différentiels de la puce spécialement incriminable (*P. cheopis*), ou sur la persistance du bacille dans sa poche stomacale.

Nous nous bornerons sur ces points à rappeler que, quoi qu'on dise ancienne la notion populaire de la coexistence des épidémies de peste avec une mortalité murine anormale (2) — (notion qui, à vrai dire, ne nous paraît avoir été que d'une précision médiocre et surtout peu répandue) — il fallut attendre

(1) Dr P.-L. Simond, *Annales de l'Institut Pasteur*, octobre 1898.

(2) *Annales de l'Institut Pasteur*, article du Dr P.-L. Simond, *Premier document : Récit biblique de la peste des Philistins*, Samuel, liv. I, chap. VI.

jusqu'en 1897 le compte rendu de Roux à l'Académie de médecine pour que l'on comprit le danger que représentaient les rats en temps d'épidémie. Quant au mode même de la contagion, il ne fut élucidé que l'année suivante, en 1898, par Simond qui montra nettement le rôle inoculateur de la puce.

La recherche des moyens chimiques capables d'assurer la dératisation efficace des navires fut, il faut le dire, bien antérieure aux notions de prophylaxie qui s'imposèrent après les travaux de 1897-1898. Jusqu'à cette date, le problème fut le plus souvent englobé dans celui de la désinfection en général qui, à l'époque, préoccupait bien davantage.

C'est à Pettenkofer que l'on doit les premiers progrès dans cette partie de l'hygiène navale. Il expérimenta d'une manière scientifique, à terre d'abord, en 1874, puis l'année suivante sur ses deux navires de guerre : le vaisseau cuirassé *Kaiser* et la canonnière *Sperber*, les propriétés de l'anhydride sulfureux.

Il est intéressant de noter qu'un peu plus tard, en 1877, certains considérèrent pourtant comme un procédé du plus grand avenir — officiellement reconnu par un congrès américain de 1879 — la désinfection et la dératisation par la vapeur.

Dans l'intérieur de trois vaisseaux : le *Vixen*, le *Mahones* et le *Cumberland*, on projeta, en 1877, pendant trois heures, à l'aide de manches en cuir, la vapeur des chaudières sous pression. Les résultats parurent des meilleurs ; ce fut une telle destruction de rats et de câncrelats qu'on en ramassait les cadavres à pleins seaux.

Pettenkofer avait ouvert la véritable voie et lorsqu'il fallut prendre des mesures de police sanitaire en rapport avec les connaissances nouvellement acquises sur la propagation de la peste, ce fut à la sulfuration qu'on eut recours.

Les premières instructions en France datent du 4 août 1899. Elles furent suivies et complétées par celles de 1900-1901-1902. Ce fut seulement en 1903 que parut le premier décret rendant obligatoire la dératisation des navires suspects. Ce décret imposait l'usage exclusif de l'appareil Clayton. Aussi le Comité des armateurs ne tarda-t-il pas à protester contre ce monopole

de la sulfuration au profit d'une compagnie anglaise, et le décret fut, sinon abrogé, tout au moins inappliqué, jusqu'à ce que l'usage d'autres appareils eût été approuvé par le Conseil supérieur d'hygiène. Un nouveau décret fut publié le 4 mai 1906, et le récent règlement du 26 novembre 1921 n'a fait que le confirmer.

Les dispositions admises se résument à ceci : dératissage à l'aide de l'un des appareils autorisés par le Conseil supérieur d'hygiène pour tous les navires provenant d'un port contaminé ou y ayant fait escale, ou encore ayant reçu en transbordement plus de 50 tonnes de marchandises prises dans l'un de ces ports.

À cela, une Convention internationale relative à la prophylaxie des maladies pestilentielles, établie à Paris le 17 janvier 1912, a ajouté le sage et utile conseil de pratiquer une dératissage systématique de tous les navires deux fois par an. Les États-Unis sont, croyons-nous, les seuls à appliquer cette dernière mesure et ils le font avec rigueur.

En France, tous les procédés de dératissage sont, avec quelques variantes, à base d'anhydride sulfureux. Il n'en est pas de même à l'étranger. Les États-Unis, le Brésil, l'Espagne, l'Italie se servent largement de l'acide cyanhydrique — obligatoire même dans certains de ces États.

Un autre agent, d'abord expérimenté en Italie, a été fort bien étudié en ces derniers temps par des auteurs français, et a fait l'objet de plusieurs applications dans la marine de guerre française : c'est la chloropicrine. Il vaut d'être pris en considération, car il possède des qualités tout à fait remarquables.

Dans ce travail, nous nous sommes proposé d'étudier la dératissage des navires en général et les trois procédés dont l'emploi peut aujourd'hui se discuter : au soufre, à l'acide cyanhydrique, à la chloropicrine. Ce faisant, nous pensons que notre enquête porte assez loin pour rester dans le domaine de l'actualité; et il ne nous semble pas qu'il y ait d'inconvénient à mettre hors du débat des agents chimiques depuis déjà longtemps condamnés pour leurs dangers ou leur insuffisance, les deux quelquefois réunis, tels que l'oxyde de carbone, l'anhydride carbonique, le phosgène, l'ozone et peut-être d'autres.

CHAPITRE PREMIER

Les éléments du problème : le cloisonnement et l'aération des navires.

Quel que soit l'agent employé, la dératisation des navires ne se fera jamais sans difficultés. Ces difficultés sont en rapport étroit avec les procédés d'architecture navale et les deux éléments principaux en sont : le cloisonnement et l'aération.

a) Le cloisonnement.

En ce qui concerne tout d'abord le cloisonnement, il est clair qu'il constitue en lui-même un obstacle à la diffusion des vapeurs toxiques, qu'il oblige à multiplier les voies d'accès, qu'il peut occasionner l'isolement de certaines cellules, lesquelles seront susceptibles de devenir des refuges ; qu'enfin, nous mettant dans la nécessité le plus souvent de faire une opération fractionnée, par tranches, il permet, en dépit des précautions prises, l'émigration des rats.

Pour marquer comme il convient ce caractère différentiel fondamental des constructions navales dont certains auteurs aux vues plutôt théoriques que pratiques ne semblent pas avoir tenu un compte suffisant, il va falloir que nous donnions quelque extension à l'exposé de cette question du cloisonnement du navire.

Nous aurions pu, à ce sujet, entreprendre une description systématique du navire en général, tâche difficile, à la vérité, car il n'est guère de matières où la diversité soit aussi grande

qu'en architecture navale ; ou bien nous contenter de décrire un navire particulier, par exemple, ce paquebot mixte *Aramis*, de 20.000 tonnes, que construisent à Bordeaux les Chantiers de la Gironde et dont nous avons pu, grâce à l'amabilité de M. l'Ingénieur en chef de la marine Agasse-Lafont, faire une étude suffisamment approfondie avant d'entreprendre ce travail.

Dans l'un ou l'autre cas, cela nous eût entraîné fort loin sans apporter peut-être beaucoup de clarté à notre exposé.

Au lieu de faire un schéma de telle disposition plus ou moins classique de compartimentage, ou de tel type particulier, nous avons pensé qu'il y avait plutôt intérêt, au point de vue des idées générales, pour nous et pour quiconque s'occupe d'hygiène navale, à indiquer sommairement les principes essentiels qui président à la distribution du navire.

En opérant de la sorte, non seulement nous nous rendons aptes à saisir rapidement la structure particulière du navire auquel nous avons affaire, mais encore, connaissant la raison d'être de certaines dispositions nécessaires, nous devenons capables de mieux servir, en toutes circonstances, les intérêts de l'hygiène.

Rôle et nécessité du cloisonnement sur les grands bâtiments.

A ne considérer que la densité du personnel, la nécessité d'obtenir, pour certaines classes au moins, un confort de plus en plus grand, les nombreux services qu'exige la vie de bord, l'encombrement résultant des appareils moteurs, des machines auxiliaires, des approvisionnements de toutes sortes, on croit saisir les raisons qui font la complexité des aménagements du navire. Trop de choses, pense-t-on, doivent prendre place dans un espace trop limité. C'est là un point de vue superficiel qui conduirait en toute logique à tenter d'améliorer la situation en augmentant indéfiniment les dimensions..

Fonssagrives, à propos de l'extraordinaire tentative, stupéfiante à vrai dire pour l'époque, de la mise en service du *Great Eastern*, paquebot de 27.400 tonnes en l'année 1858, pensait

plus justement, en écrivant une vingtaine d'années plus tard :

« Cette création, sorte de défi jeté à l'impossible, n'aurait été, au cas où elle eût réussi, qu'un progrès négatif pour l'hygiène navale ; des cloisonnements multiples, des moyens insuffisants d'aération sont des inconvénients que le séjour assez court des passagers eût sans doute atténués, mais qui auraient été cependant plus sensibles que sur les paquebots ordinaires. »

C'est qu'en effet la nécessité primordiale d'assurer la solidité et la rigidité de ces très longues coques, avec les énormes variations de pression auxquelles elles sont soumises sous l'influence de la vitesse et de la mer, oblige à établir un système de cloisonnement particulier qui, indépendamment de toute autre considération, soit de nature à faire une bonne liaison entre les différentes parties de la charpente.

Mais la stabilité, la recherche du minimum d'oscillation au roulis, l'« assiette du navire », n'ont, à notre point de vue, pas moins d'importance, car en intervenant dans le devis des poids, tous ces facteurs commandent la répartition des espaces utilisables. Ils sont, de plus, la raison d'être des « peacks » et des water-ballast qui, d'une façon plus ou moins étendue, cloisonnent le bâtiment en autant de caissons, vides ou remplis d'eau de mer, quand ils ne servent pas de réservoir à eau douce ou à mazout.

Le souci d'assurer en toutes circonstances et dans la plus large mesure possible la sécurité du navire, exerce une influence peut-être plus grande encore sur son morcellement, si l'on peut employer une telle expression. Il faut, en effet, prévoir le moyen de limiter l'envahissement de l'eau si, par suite d'abordage ou d'échouage, une brèche s'ouvrait dans cette énorme carène. De là ces cloisons étanches qui, partant des fonds pour s'étendre jusqu'à une certaine hauteur au-dessus de la flottaison, divisent le bâtiment en autant de sections aussi hermétiquement isolées les unes des autres que le permettent les techniques modernes. Aucune ouverture, aucun tuyautage ne doit, en principe, traverser ces cloisons de sécurité. Et si, pour une raison majeure,

il faut cependant y garder une communication, on ne le fait que par le moyen d'une porte étanche dont la fermeture automatique peut se commander de la passerelle de navigation.

Particularités du cloisonnement des navires de guerre.

Encore faut-il qu'à ces très rapides considérations d'un ordre général, nous ajoutions quelque chose pour le navire de guerre. C'est qu'ici le système de protection contre les projectiles de toute nature entraîne à prendre d'autres dispositions.

Schématiquement, nous pouvons diviser le navire de combat, tel qu'il est conçu à l'époque actuelle, en trois zones étagées les unes au-dessus des autres et présentant au point de vue de la dératisation des caractères très différents.

La zone moyenne est essentiellement la zone de protection. Elle constitue ce qu'on appelle le « caisson blindé cellulaire », dont le rôle est de disloquer ou de faire éclater, en limitant leurs effets, tous les projectiles d'artillerie ou d'avions. Limitée sur les flancs par la ceinture de cuirasse, en bas par le pont cuirassé, en haut par un pont blindé, elle est sur les navires modernes divisée en un grand nombre de compartiments sans communications entre eux et toujours hermétiquement clos. Cette zone ne peut guère être contaminée par les rats, mais en faire la dératisation par les procédés habituels serait une chose particulièrement difficile.

L'étage situé au-dessus de cette tranche moyenne comprend les entreponts, avec les batteries, dortoirs de l'équipage, les locaux d'habitation, les casemates d'artillerie moyenne, le pont supérieur, avec les cuisines, les superstructures. Dans toute cette zone, d'un accès facile, d'une aération convenable, la dératisation peut se faire dans des conditions normales.

L'étage inférieur, tout entier au-dessous de la flottaison, est d'une organisation plus complexe. Il comprend toutes les parties vitales du navire : machines, chaufferies, poste central de commandement, soutes à munitions, monte-charges, fûts des tourelles. Situé comme nous l'avons dit au-dessous du pont cuirassé, il est divisé en plusieurs compartiments par d'importants

tantes cloisons étanches. La coque l'entoure d'une double enveloppe; l'externe, destinée à provoquer l'éclatement des engins sous-marins, constitue le « bordé d'éclatement ». Entre ces deux parois existe un cloisonnement serré et d'ailleurs inaccessible.

Ce simple aperçu fortement incomplet des considérations entrant en jeu pour le cloisonnement du navire suffit à justifier l'idée que nous exprimons au début de ce chapitre sur les difficultés d'une bonne dissémination des vapeurs toxiques. Il faut, pour mener à bien une telle opération, faire une étude approfondie du navire et des moyens utilisables pour faire pénétrer les gaz dans les divers compartiments.

Sur les cargos, navires d'une organisation plutôt simple, on se trouvera en présence d'un certain nombre de cales occupant la presque totalité de l'espace disponible, d'un puits central à machines avec le tunnel — espace clos visitable donnant abri aux arbres d'hélices — et de quelques locaux d'habitation. Il nous sera relativement facile d'atteindre ces différentes parties en utilisant principalement les panneaux d'ouverture de cales, les panneaux d'aération et de descente et les manches à air.

Sur les paquebots et les navires de guerre, la complexité est nécessairement beaucoup plus grande, et l'on pourra songer à se servir pour atteindre tous les compartiments des divers systèmes de tuyautage qui parcourent la coque. Tels sont ceux qui appartiennent au service de l'incendie ou de l'épuisement. Sur les navires un peu anciens, un grand collecteur d'épuisement est établi sur toute la longueur du navire. Sur les unités plus modernes — type cuirassé *Brétagne* — l'épuisement se fait d'une façon autonome pour chaque tranche du bâtiment. Le service de l'asséchement peut encore nous offrir des ressources. Il assure normalement, à l'aide d'un vaste collecteur spécial avec tous les branchements nécessaires, la vidange des eaux de cale, des machines, du tunnel, du ballast et des cellules des doubles fonds.

Dispositifs spéciaux propres à quelques navires. — L'utilisation du thermotank. — L'ex-paquebot allemand « Alba ».

Quelques navires présentent, en outre, des dispositifs particulièrement avantageux pour la sulfuration : ce sont, par exemple, ceux qui possèdent, avec des canalisations suffisamment étendues, ce mode de chauffage central appelé « thermotank ».

Cet appareil, véritable régulateur de la température du navire, envoie normalement de l'air chaud ou de l'air froid dans les différents compartiments. Il possède, de plus, un système de ventilation reversible, susceptible de faire l'aspiration. Chantemesse écrivait dans son dernier livre d'hygiène navale :

« Ce système de ventilation rend des plus faciles et des plus simples l'opération de la sulfuration, si toutefois il s'applique strictement à toutes les parties d'un navire comme sur les deux unités anglaises, *Mauretania* et *Lusitania*, où nous l'avons décrit. Pour la pratiquer, des cylindres de SO_2 liquéfié sont seuls nécessaires sans le secours d'aucun appareil spécial. Il suffit de détendre un cylindre directement dans le ventilateur. Le serpentin à vapeur d'eau jouera le rôle de réchauffeur et le ventilateur refoulera le gaz dans le compartiment auquel commande chaque appareil. »

Notre président de thèse, le professeur Mandoul, dont l'expérience et la compétence en matière maritime sont particulièrement grandes, a eu l'occasion d'étudier et de présenter aux élèves qui suivirent, en 1922, son enseignement d'hygiène navale, un navire ex-allemand sur lequel avait été réalisée une installation spéciale propre à grandement faciliter les opérations de la sulfuration.

Ce navire, autrefois nommé *Sierra-Ventanna*, devenu, dans la flotte française, l'*Alba*, fréquente toujours le port de Bordeaux et il fait, à l'heure actuelle, la ligne de l'Amérique du Sud.

Le dispositif qu'avait signalé et décrit le professeur Mandoul

a été conservé à bord, quoiqu'on n'ait jamais cherché à en faire usage, en dépit de ses avantages et du progrès qu'il représente.

Voici, en effet, ce qu'écrit le professeur Mandoul au sujet de cette unité (*Journal de médecine de Bordeaux*, 10 juillet 1922) :

« Enfin, le service médical a à sa disposition un appareil de sulfuration (modèle Clayton). Cet appareil est pourvu d'un tuyautage qui court le long du pont principal; des prises ménagées de distance en distance permettent, à l'aide d'une manche, de sulfurer et de désinfecter les cabines et autres locaux d'habitation, ainsi que les cales. La désinfection, la désinsection et la dératisation peuvent ainsi être opérées sur place par les moyens du bord. »

*
* *

En dehors de cette question de distribution de l'agent toxique, il faudra également nous soucier d'obtenir une occlusion suffisante de l'espace à désinfecter, surtout si nous procédons par tranches, comme cela est à peu près nécessaire sur les gros navires. Il importe, en effet, d'éviter que la concentration des gaz devienne insuffisamment toxique, et surtout que les rats puissent trouver le moyen de fuir en dehors de la zone dangereuse. Nous avons précisément recueilli quelques cas où des fumigations partielles et mal ordonnées de certaines cales ont été la cause du déclenchement d'une épidémie de peste à bord des navires, en provoquant une émigration murine vers les locaux habités. Nous en ferons état plus tard, quand nous envisagerons les moyens propres à réaliser une dératisation aussi complète que possible.

b) L'aération des navires.

Le navire étant supposé imprégné pour ainsi dire jusque dans ses dernières cellules de gaz toxique, nous allons nous trouver en face d'un problème d'un autre genre : celui de le rendre habitable dans des délais qui, dans les circonstances ordinaires au moins, devront être compatibles avec les exigences d'ordre commercial des compagnies. C'est ici que nous retrouvons ces conditions spéciales de l'aération à bord dont nous parlions au début.

L'aération d'un navire se réalise par deux sortes de procédés qu'on appelle la ventilation naturelle et la ventilation artificielle.

La ventilation naturelle utilise les hublots, les sabords de modèles variés, les panneaux de descente et d'aération — larges ouvertures rectangulaires que l'on place en général sur la même verticale aux différents étages des entreponts — les mâts creux et surtout, pour les fonds, le système des manches : manches d'arrivée d'air frais, manches d'air vicié. Sur ces dernières, des dispositifs formant trompe ou lames de persiennes peuvent arriver à créer, dans certaines circonstances favorables, un appel d'air.

Cette ventilation, excellente pour les locaux directement en rapport avec l'air extérieur, n'a qu'une valeur toute relative pour ceux qui en sont éloignés. Elle ne peut, en effet, qu'être d'un faible débit et, reste, de plus, subordonnée à des conditions de vent et d'orientation dont on n'est pas maître.

La ventilation artificielle, dont l'importance devient de plus en plus grande, se fait à l'aide de puissants ventilateurs électriques qui, les uns refoulent de l'air frais, les autres aspirent l'air vicié. L'usage de ces derniers tend d'ailleurs à devenir prépondérant, car ils réalisent un brassage meilleur. Ces appareils permettent de faire circuler les quantités d'air nécessaires dans tous les locaux placés à la partie centrale des entreponts et qui n'ont accès que sur des coursives. Dans les parties profondes, ils alimentent également les chaufferies, mais ils n'ont, en

général, aucun rapport avec les cales et les compartiments des fonds.

Remarquons d'ailleurs, à propos de l'usage que nous pourrions faire, le cas échéant, de ces ventilateurs pour débarrasser le navire de ses gaz toxiques, que leur mise en marche suppose le fonctionnement des dynamos et, par conséquent, le fait d'avoir une chaufferie au moins allumée. Ils ne sont donc utilisables que pour une dératISATION sinon partielle, tout au moins incomplète. On doit cependant faire ici remarquer que, dans certaines circonstances, on peut, comme on l'a déjà fait, s'assurer leur aide en empruntant le courant électrique à une usine si on est à quai, ou à un bâtiment voisin si on est sur rade.

En résumé, nous voyons que :

1° La ventilation des étages supérieurs des navires exige dans les conditions ordinaires l'emploi de procédés mécaniques, qui ne peuvent être utilisés — sauf exception — si le navire est complètement évacué, car alors l'énergie électrique fait défaut,

2° Que la ventilation des cales, soutes, et d'une manière générale des fonds, qui n'est assurée, avons-nous dit, que par des panneaux situés à la partie supérieure, et des manches à vent, est encore plus précaire.

De tout cela nous pouvons déjà conclure que si l'on veut employer un gaz à densité par trop élevée, on se heurtera à des difficultés considérables quand il s'agira de rendre à nouveau le navire habitable. Les faits que nous présenterons au cours de cette étude le confirment.

Qu'en terminant ce premier chapitre, nous nous excusons auprès de nos juges de les avoir entraînés dans des considérations un peu en dehors des choses médicales.

Le problème de la dératisation des navires n'est pas de ceux qui peuvent se solutionner seulement dans les laboratoires, et les propriétés chimiques des agents qu'on y expérimente ne répondent nullement des possibilités de leur application à bord.

Il nous a paru nécessaire d'insister sur ces deux données

fondamentales du cloisonnement et de l'aération, car il nous semble bien qu'elles sont le nœud de la question.

Le médecin de marine et le médecin sanitaire, représentants autorisés des droits de l'hygiène à bord des bâtiments, ne peuvent, selon nous, espérer remplir leur mission que s'ils sont suffisamment instruits des conditions d'ordre technique dans lesquelles ils sont appelés à agir.

CHAPITRE II

Le soufre.

a) Quelques notions historiques. — La période d'étude et de discussion.

On pourrait faire remonter jusqu'aux galères romaines l'usage du soufre à bord des navires. Dans l'ancienne marine, il était traditionnel de lutter contre l'insalubrité des entreponts humides et confinés des vieux vaisseaux dans lesquels l'odeur de moisissure s'aggravait de toutes les émanations des eaux de la cale impossible à assécher, en faisant brûler des produits fortement odorants. A ce titre, on employa les vapeurs de soufre, comme les fumigations de genièvre mélangé de vinaigre ou de poudre à canon, ou encore le brai (1) dont on dégageait les vapeurs balsamiques en y plongeant un boulet rouge.

Avec les découvertes de Pasteur, la notion de la désinfection prit un sens précis, et l'inutilité de toutes ces vieilles pratiques fut bien vite reconnue. L'attention des médecins et des hygiénistes, fortement concentrée sur le rôle pathogène des microbes, créa le mouvement véritablement outrancier d'antisepsie et de désinfection bien connu dans l'histoire médicale. Le problème de la dératisation fit, à cette époque, cause commune avec celui de la désinfection, ou plutôt il bénéficia des efforts faits pour ce dernier.

En 1874, Pettenkofer fut le premier à entamer l'étude expé-

(1) Pierre Gayel, *Souvenirs de campagne*.

rim mentale de la désinfection des navires par le soufre. Il étudia les effets du gaz sulfureux, à terre d'abord, dans un local où il eut soin de mettre avec les cultures microbiennes, des'échantillons divers d'objets d'usage courant afin de juger de l'action altérante de ces gaz. Ces premiers essais parurent favorables, et, en 1875, l'Amirauté allemande le chargeait d'appliquer le procédé au vaisseau cuirassé *Kaiser* et à la canonnière *Sperber*. Ici encore, on s'estima satisfait des résultats. On avait brûlé 10 grammes de soufre par mètre cube et le vaisseau *Kaiser* avait été, très incomplètement toutefois, débarrassé des rats qui rava geaient ses batteries.

Les expériences de Pettenkofer n'eurent pas une énorme répercussion. Deux ans après, en 1877, dans son *Traité d'hygiène navale*, Fonssagrives pouvait encore écrire :

« Les chats et les pièges sont les seuls moyens qu'on puisse leur opposer »; et d'autre part : « Les acides hypoazotiques et sulfureux sont des oxydants énergiques qui enlèvent l'oxygène aux matières organiques et que l'on obtient en faisant, pour le premier détoner du nitre au contact de charbons incandescents, et pour le second en enflammant du soufre à l'air libre. Leurs propriétés âcres et irritantes ne permettent pas, quoiqu'on l'ait tenté, de les appliquer à la désinfection nautique. »

Appliqué à la prophylaxie de la fièvre jaune, dont on ignorait et le germe et le mode de transmission, l'anhydride sulfureux essuya encore de nombreux et retentissants échecs, tel que celui du *Plymouth* en 1878. Ce vaisseau, arrivé des Antilles avec la fièvre jaune, fut évacué, remis sur chantiers, laissé un hiver entier sur cale, à Boston, par une température qui atteignit 17 degrés. Puis on fit brûler dans ses cales 100 livres de soufre; tout fut maintenu fermé pendant quarante-huit heures. Au bout de trois mois, le navire appareillait, et huit jours après son départ, deux cas de fièvre jaune se déclaraient parmi son nouvel équipage.

En 1902, dans une thèse de Paris, Khayatt résumait l'opinion du jour en disant que l'anhydride sulfureux devait être considéré surtout comme un bon dénicheur de rats. Et il proposait

ces sortes de pièges à rats qui auraient consisté à placer à quelques centimètres au-dessus du sol, dans le local sulfuré, des cloches renversées sous lesquelles, l'atmosphère étant moins chargée en vapeurs sulfureuses, les rats ne manqueraient pas de venir en grand nombre se mettre à l'abri.

De 1904 à 1906, la discussion se poursuit. Citons le *Report to the local Government Board on the destruction of rats and disinfection on ship board* du docteur Haldane (novembre 1904). L'auteur fait le procès d'une tentative de dératisation sur le cargo de 3.000 tonnes *Bavaria* avec emploi de l'appareil Clayton. Ce navire était allé de Calcutta à Dunkerque pour expérimenter le fonctionnement de cet appareil. Il portait un chargement de graines de pavot, de lin, de blé, et diverses légumineuses. L'appareil à sulfuration, monté à bord d'un chaland, était capable de débiter 1.000 mètres cubes de gaz sulfureux à l'heure. Or, après la sulfuration, on ne retrouva nul cadavre de rats dans les cales, mais on vit courir un certain nombre de ces rongeurs, et les grillons qui peuplaient le navire continuèrent à chanter comme auparavant. Les marchandises ne furent pas endommagées, mais « dans le salon l'odeur de la literie était fort désagréable », rappelant, au bout de trois semaines encore, celle de la fermentation putride. Le prix de revient s'éleva à 1.100 francs et les armateurs se déclarèrent fort mécontents.

Le médecin-chef du port de Londres, à la même époque, publiait ce compte rendu intitulé : *Experiments on the Clayton process and sulphur dioxide as applied in the destruction of rats and in disinfection*, dans lequel il concluait à l'efficacité de l'anhydride sulfureux sur les rats et le bacille pesteux, mais en insistant surtout sur les inconvénients du procédé. Il montrait que les tissus, même secs, étaient « injured » par l'acide sulfurique du Clayton, que les aliments devenaient immangeables, que la pénétration du gaz, même aux fortes concentrations de 13 p. 100, restait limitée aux couches superficielles des marchandises perméables : balles de coton, de laine, blé, etc.

Ce même docteur Wade, l'année suivante, dans un nouveau

rapport : *Further experiments on sulfur dioxide as applied in the destruction of rats and in disinfection on ship board*, était amené à constater qu'il n'y avait, en définitive, que quatre procédés de dératisation : ceux à l'oxyde de carbone, dangereux pour l'homme et sans efficacité sur les rats, puces et microbes ; ceux au gaz carbonique, guère plus efficaces et coûteux ; ceux au formol, sans puissance de pénétration, et enfin l'anhydride sulfureux. Or, de nouvelles expériences faites au sujet de ce dernier agent lui démontraient que si avec une concentration de 3 p. 100 on pouvait détruire dans une cale non déchargée les puces, les rats et les microbes, à condition de faire durer douze heures les fumigations et de laisser tout fermé jusqu'au lendemain, les sacs de blé étaient, dans ces conditions, fortement endommagés, la farine ne levait plus, le blé en vrac était altéré dans ses couches superficielles. Et le docteur Wade concluait qu'on ne possédait en somme aucun moyen de tuer les rats sans porter atteinte aux navires et aux marchandises.

En France, le décret de 1903 avait cependant rendu obligatoire la dératisation des navires provenant des ports suspects. Ce décret était, à vrai dire, vite devenu inopérant, parce que, nous l'avons dit, c'était un véritable monopole au profit de l'appareil Clayton et peut-être aussi parce que toutes ces discussions rendaient difficile l'application d'une mesure aussi fortement critiquée.

Le professeur Chantemesse, en montrant en 1907 à quelle concentration et pendant quelle durée on devait employer les vapeurs sulfureuses pour tuer les rats sans porter préjudice aux marchandises, ni trop gêner les transactions commerciales (*Bulletin médical* de 1907), fit faire un grand progrès à la cause de la sulfuration des navires.

Un an après, en collaboration avec M. Bonjean, il put rédiger les instructions officielles qui accompagnaient la promulgation du décret de 1908. Ces prescriptions sont celles qui sont appliquées aujourd'hui : avec elles nous voici donc en pleine actualité.

b) Mise au point de la question. — Les procédés actuels de dératisation par le soufre.

La sulfuration des navires se pratique à l'aide de l'un de ces cinq appareils reconnus par le Conseil supérieur d'hygiène de France : Clayton, Marot, Gauthier-Deglosse, Blanc, Geneste et Hercher.

A défaut et en cas de nécessité — ce qui s'est produit à certains moments de la guerre dans le port de Bordeaux, par exemple — on a recours simplement à la combustion du soufre au milieu de l'enceinte à dératiser. Outre que cette façon d'opérer n'est pas assurée de la même efficacité, elle comporte encore de réels dangers d'incendie. De fait, il y eut à Bordeaux quelques commencements d'incendie, en dépit des précautions prises. Il faut en tous les cas, quand on emploie ce mode de sulfuration, ne pas oublier que le navire peut, si on n'y prête attention, sous l'influence de causes telles que l'échouage à basse mer, la modification de la répartition des poids dans les opérations de chargement et de déchargement, prendre à un moment donné un certain degré de bande capable de bouleverser l'agencement des foyers de combustion du soufre les mieux préparés.

Quand, en 1908, Chantemesse et Bonjean rédigèrent les instructions relatives à la sulfuration des navires, ils prirent soin d'indiquer un certain nombre de directives générales : étudier le plan du navire et les moyens de faire pénétrer le gaz, procéder avec méthode, s'efforcer d'atteindre le vaigrage et les soufflages quand ils existent. Ils fixèrent également avec précision les quantités d'anhydride nécessaires et la durée du contact. Ces chiffres sont importants à connaître d'abord parce qu'ils sont toujours réglementaires et ensuite parce qu'ils semblent bien correspondre à la meilleure utilisation que l'on puisse faire du soufre. En nous y reportant, nous voyons que la quantité de SO_2 par mètre cube est fixée à 68 gr. 50, ce qui exige la combustion complète de 34 gr. 2 de soufre. En tenant compte du

volume occupé par le poids moléculaire d'un gaz à 0 degré et 76 millimètres, il nous est facile de calculer que la concentration (1) atteinte est, dans ces conditions, de 2,5. Quant à la durée du contact, elle doit être de deux heures à partir du moment où cesse la projection.

Les appareils actuellement en usage réalisent ces conditions avec des modalités diverses. Les uns, comme le Clayton, se servent de gaz sulfureux obtenu par la combustion du soufre, les autres, comme le Marot de l'anhydride sulfureux liquide détendu et projeté ici comme dans le système précédent à l'aide de ventilateurs et par de longs tuyaux dans les locaux du navire.

Le procédé Gauthier Deglosse comporte l'emploi d'un mélange de 25 parties de charbon de bois pour 75 de fleur de soufre. Ce mélange, dont la combustion doit dégager en plus du gaz sulfureux, de l'oxysulfure de carbone, du sulfure et de l'oxyde de carbone, aurait dû, en principe, se montrer plus actif. L'expérience ne semble pas avoir confirmé cette supériorité théorique, et on a vainement cherché à mettre en évidence l'action de l'oxyde de carbone, sur les rats détruits par ce procédé. D'une manière générale d'ailleurs, il nous semble que les diverses tentatives faites pour renforcer l'action des vapeurs de soufre par l'adjonction d'un autre agent n'ont guère été démonstratives. Dans cet ordre d'idées, nous pourrions citer le sulfozonateur de R. Marot où l'on ajoutait à SO_2 une certaine proportion d'air ozonifié, ou cette combinaison réalisée en 1918 pour le port de Settin d'anhydride sulfureux et de gaz Nocht Giemsa (2).

Le gaz sulfureux sulfurique. — Le nouvel appareil Clayton.

Beaucoup plus intéressante et plus importante est la question de l'addition d'une certaine quantité d'anhydride sulfurique. Ce mélange, que l'on désigne sous le nom de gaz sulfureux sulfurique, mérite que nous nous y arrêtions.

(1) Le pourcentage exprime le nombre de litres de SO_2 pour 100 litres d'air.

(2), *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 30 mars 1918.

En 1908, Chantemesse et Bonjean attiraient l'attention sur le fait que l'appareil Clayton modèle 1903 produisait du gaz sulfureux sulfurique, et pour cette raison ils conseillaient de réserver cet appareil à la dératisation des cales vides. Ils calculaient, en effet, qu'à supposer être de 4 milligrammes par litre la teneur en anhydride sulfurique de ce gaz Clayton 1903, il en résulterait, pour une cale de 1.500 mètres cubes, la formation de 6 kilos de SO^3 , lesquels, grâce à l'humidité de l'air, se transformeraient en 7 kil. 400 d'acide sulfurique qui ne seraient pas sans exercer une action corrosive appréciable sur les marchandises.

En 1918, parut dans la *Revue d'hygiène et de police sanitaire* un intéressant compte rendu sur un nouvel appareil à sulfuration : l'appareil Lochon. Cet appareil fut très employé à cette époque pour la désinfection des trains suspects venant d'Allemagne. Un médecin de la marine, le docteur Hederer, en service à Marseille, à la caserne des Incurables, se trouva fort bien d'avoir pu, grâce à lui, faire une désinsection efficace lors de l'éclosion d'un cas de typhus exanthématique dans un milieu que des conditions de malpropreté et de mauvaise tenue rendaient particulièrement dangereux. Or, c'était du gaz sulfureux et très fortement sulfurique que produisait l'appareil Lochon.

A cause de ses faibles dimensions, de sa grande puissance insecticide et de cette propriété inattendue après ce que nous avons dit du Clayton, à savoir l'absence de toute action altérante sur les étoffes, les couleurs, les métaux, le docteur Hederer en conseillait l'emploi pour les services ordinaires et, le cas échéant, à bord des navires.

Du principe de l'appareil Lochon, nous dirons seulement qu'il est disposé de telle façon que des foyers superposés de soufre entretenus par de l'alcool à brûler créent un tirage particulièrement vif, que l'emploi d'une poudre oxydante vient apporter un excès d'oxygène qui favorise encore davantage la combustion, et dont le surplus se combine à l' SO^3 . Il en résulte une concentration très élevée des vapeurs de soufre avec une teneur constante de 0,30 à 0,40 d'anhydride sulfurique.

Des expériences faites avec cet appareil établissent la supériorité du procédé. C'est ainsi que des lentes de *Ped. corporis*, *pubis*, *capitis*, placées dans des tubes à essais et soumises pendant trente minutes à l'action du gaz sulfureux-sulfurique n'éclosaient plus, alors que d'autres, placées dans des tubes témoins, dans une atmosphère seulement sulfureuse, éclosaient quatre à sept jours après.

Mais la propriété la plus remarquable et la plus avantageuse aurait été, si elle avait dû être constante, cette absence d'action altérante sur les dorures, tapis, tentures, vêtements, qui est, disons-le, sans anticiper sur nos conclusions, la véritable pierre d'achoppement de la sulfuration. On nous explique, en effet, à propos du système Lochon que « les couleurs sont intégralement conservées contrairement à ce qui se passe avec SO^2 seul ; par suite des phénomènes et des réactions ci-dessus décrites (1), SO^3 naissant neutralise toute décoloration : c'est l'antidote à côté du mal. De même, sur les dorures et les différents métaux expérimentés, on ne trouve aucune altération oxydante ou destructive après plusieurs heures de contact. Les étoffes, vêtements divers, tissus, n'ont présenté aucune altération après trois ou quatre heures ».

Malheureusement, une proposition incidente rend quelque peu chimériques de tels espoirs, car il en est ainsi « pourvu qu'on agisse en milieu sec ». Or, l'état hygrométrique du navire ne va pas sans une forte quantité de vapeur d'eau tenant à de multiples causes que nous n'avons pas à envisager ici. Fonsagrives disait d'une façon quelque peu paradoxale peut-être, et en tous les cas moins exacte aujourd'hui que de son temps : « La petite quantité d'eau que la mer fait pénétrer tous les jours à travers les flancs d'un navire n'expose pas la vie des marins à de moindres périls que les tempêtes contre lesquelles elle les force à lutter. »

L'atmosphère humide des navires ne permet donc guère d'espérer pouvoir tirer parti des avantages de l'anhydride

(1) SO^3 serait capable de restituer l'oxygène emprunté par SO^2 .

sulfurique en milieu sec. Cependant, peut-être faudrait-il faire quelques réserves pour les salons, salles à manger et autres locaux luxueux des paquebots que leur situation au voisinage du pont supérieur met dans des conditions spéciales d'aération. Pour tous ces locaux, qu'en cas de dératisation on se garde bien de soumettre à l'action de l'anhydride sulfureux, il ne nous paraît pas impossible que, sous certains climats — climats tempérés où l'atmosphère est moins chargée en eau — dans certaines conditions hygrométriques favorables, et en prenant quelques précautions d'assèchement de l'air intérieur, on ne puisse sans dommage employer le gaz sulfureux sulfurique.

Cela vaudrait la peine d'être étudié car, s'il en était ainsi, l'un des plus gros inconvénients de la dératisation par le soufre disparaîtrait. En ce point d'interrogation que nous posons réside peut-être le principal intérêt de la question de l'emploi du gaz sulfureux sulfurique.

Le nouvel appareil Clayton. — Dans un article récent, très documenté et avec de nombreuses expériences à l'appui sur le nouvel appareil Clayton (Clayton-Notyale) de M. Bonjean, nous trouvons quelques autres considérations intéressantes sur le même sujet. L'auteur, après avoir décrit l'appareil Clayton-Notyale petit et grand modèle — dont le principe est de suractiver la combustion en envoyant de l'air à l'aide d'un ventilateur mû à la main ou mécaniquement — expose les résultats d'expériences faites comparativement sur des rats avec du gaz sulfureux sulfurique et du gaz sulfureux simple. Il démontre que si pour une concentration peu élevée, 20 grammes par mètre cube (soit 0,7 de concentration), il y a une différence notable dans la moyenne des temps mortels pour les rats,

42 minutes 6 secondes pour le gaz sulfureux non sulfurique,

24 minutes 30 secondes pour le gaz sulfureux sulfurique,

ces différences s'atténuent jusqu'à disparaître au fur et à mesure que les taux de concentration s'élèvent. A partir de

28 grammes par mètre cube, elles ne sont déjà plus saisissables et *a fortiori* ne doivent-elles plus l'être du tout avec les concentrations réglementaires de 2,5 qui correspondent à 68 gr. 5 par mètre cube. N'oublions pas cependant, après ce que nous avons dit du cloisonnement des navires, qu'il est à peu près impossible de répondre d'une concentration effective et uniforme; il y aura toujours des compartiments plus ou moins accessibles dans lesquels la diffusion se fera mal, et pour lesquels l'intérêt subsiste d'utiliser un agent actif même aux faibles concentrations. Il nous semble donc, en dépit de considérations théoriques tendant à les faire considérer, pour l'usage, comme d'une efficacité équivalente, que le gaz sulfureux sulfurique conserve une supériorité appréciable sur le gaz sulfureux.

Ajoutons à cela que les expériences de M. Bonjean établissent que les lésions provoquées chez les rats par un séjour de peu de durée dans une atmosphère sulfurisée sont de nature grave, et telles qu'à échéance plus ou moins rapprochée, elles amènent la mort de l'animal.

« On peut dire, d'une manière générale, que tout rat touché devient aveugle et crèvera dans un espace de temps variant de quelques heures à quelques jours. » Même, à supposer que l'espace ne soit pas parfaitement clos, et que les rats réussissent à s'échapper, « ils fuient avec des yeux attaqués et emportent un commencement de lésions pulmonaires auxquelles ils succomberont tôt ou tard ».

c) Conclusions sur l'emploi de l'anhydride sulfureux.

Sans nous attarder à la description des différents appareils en usage, à leur mode de fonctionnement et à leurs qualités respectives — choses qui se trouvent depuis déjà longtemps dans tous les livres — nous pouvons désormais résumer les principaux avantages et les inconvénients que nous semble présenter la sulfuration des navires.

Avantages de l'anhydride sulfureux.

L'anhydride sulfureux est un gaz véritablement facile à manier. D'une densité de 2,6, il est relativement lourd sans l'être exagérément. Cette importante propriété physique lui assure une diffusion suffisante et surtout permet d'obtenir, sans trop de difficultés ni de temps, le renouvellement de l'atmosphère, c'est-à-dire l'habitabilité des navires qui ont été soumis à son action.

Les opérations de dératisation par le soufre sont à peu près exemptes de dangers. Les seuls accidents dont nous ayons entendu parler sont imputables à la fraude; il s'agissait d'individus indûment cachés dans quelques coins du navire dans le but d'échapper à un travail, ou de faire clandestinement une traversée. Encore convient-il de faire remarquer que pour ces circonstances, qui se présentent assez fréquemment dans la pratique maritime, l'anhydride sulfureux est de beaucoup le moins dangereux de tous les agents de dératisation; le plus souvent il permet d'intervenir suffisamment tôt pour porter secours à un homme en détresse qui appelle.

D'une efficacité en rapport avec les précautions prises pour en faire une application méthodique et avec les conditions propres à tel ou tel cas particulier : structure plus ou moins compliquée du navire, présence ou absence de vaigrage ou de soufflage (importants refuges à rats peu accessibles en général), désordre du bord, marchandises entassées de telle façon qu'elles deviennent à peu près impénétrables, l'anhydride sulfureux journellement employé donne des résultats satisfaisants et doit être considéré comme un bon agent de dératisation.

Le procédé de choix. — S'il nous fallait nous prononcer sur le choix d'un procédé, nous choisirions, comme nous l'avons dit, l'appareil Clayton à gaz sulfureux sulfurique à cause de son efficacité plus certaine aux faibles concentrations qui sont les seules que nous puissions espérer obtenir en certains points du navire et à cause aussi de sa plus grande rapidité d'action qui

le rend capable en un temps très court de tuer par les lésions irrémédiables qu'il provoque les rats qui fuient en dehors de sa zone d'action.

Inconvénients de l'anhydride sulfureux.

Action altérante de l'anhydride sulfureux. — Malheureusement, l'anhydride sulfureux n'est pas exempt d'inconvénients tellement sérieux que son emploi en matière de dératisation ne pourra jamais avoir qu'une valeur relative ; nous voulons parler des dommages qu'il cause aux métaux, tissus, dorures et autres objets des locaux meublés dans lesquels il faut renoncer à l'introduire. Le médecin d'un des plus grands paquebots de la flotte française n'hésite pas à nous écrire : « Toutes les désinsections ou dératisations au moyen des appareils Marot ou Clayton sont illusoires, car on ne peut dératiser les salons décorés et les cabines et les rats continuent à repeupler et à atteindre un pourcentage maximum. »

C'est bien ici le principal écueil de la méthode. Aussi dans la pratique courante se contente-t-on de faire la dératisation des cales, des postes d'émigrants, des quatrièmes classes, des postes d'équipage, des postes de chauffeurs, soutiers, graisseurs et garçons, de la cambuse et de l'infirmerie. Dans ces conditions, on tue des rats, mais on ne peut prétendre à débarrasser le bâtiment de tous les rats qui l'habitent. Si ces mesures peuvent être jugées suffisantes en temps ordinaire, on conçoit cependant que dans le cas d'un navire effectivement contaminé par la peste, il n'en serait pas de même et qu'il faudrait alors s'efforcer de faire une désinsection et une dératisation beaucoup plus complètes.

Il est de plus un certain nombre de marchandises qui supportent mal la sulfuration. Tels sont les fruits verts, les bananes, la farine, dont le ferment est partiellement détruit et qui lève mal ; les nitrates, pour lesquels il se forme avec le salpêtre une combinaison qui désagrège les sacs ; les viandes frigorifiées qui noircissent.

Avec l'anhydride sulfureux, on n'est pas assuré d'une efficacité absolue. — Ajoutons enfin et pour terminer que la sulfuration, même quand elle est pratiquée, sans aucun égard pour les objets ou substances altérables du navire, à doses réglementaires ou au delà et de la façon la plus méthodique, n'est pas d'une efficacité absolue.

Nous en donnerons pour exemple ces sulfurations faites sur le navire atelier de la flotte russe *Kronstadt*, dont nous aurons à reparler d'ailleurs quand nous traiterons de la chloropicrine. L'histoire de ce navire sur lequel éclata, en rade de Bizerte, une épidémie de peste, a été faite en tous ses détails par M. le médecin général Barthélémy, directeur de notre École du Service de Santé de la marine, pendant la guerre directeur du Service de Santé de l'arrondissement maritime algéro-tunisien. Il fit à ce sujet deux importantes communications : l'une parut en juillet 1921 dans les *Archives de l'Institut Pasteur de l'Afrique du Nord*, l'autre fut faite à l'*Académie de médecine* le 6 décembre de la même année.

Le *Kronstadt*, grosse unité de 15.000 tonnes, arrivé en janvier 1921 en Tunisie, avait quitté Sébastopol encombré de marchandises et de réfugiés dans des conditions d'hygiène les plus défavorables. Il y avait, en particulier, à bord un très important magasin à grains dans lequel on avait embarqué des sacs de blé, dont beaucoup étaient en mauvais état ; ce fut la cause et le point de départ de l'épidémie de peste de juillet 1921.

Le *Kronstadt*, y compris son magasin à blé, avait pourtant été dératisé à l'aide d'un Clayton de petit modèle en janvier lors de son arrivée à Bizerte. Six mois plus tard, et sans aucun contact suspect, 2 cas de peste se déclaraient à son bord. Indépendamment de toutes les autres mesures prophylactiques prises et qui furent très rapidement efficaces, on procéda à une dératisation en règle du navire à l'aide de l'appareil Blanc à anhydride sulfureux. M. le médecin de 1^{re} classe Negrié fut chargé de diriger l'opération. Voici ce qu'écrivit à ce propos M. le médecin général Barthélémy :

« Il procéda à des visites minutieuses du bâtiment, de façon

à déterminer les principaux foyers d'infection et à établir un plan pour la mise en place des manches à sulfuration. »

Et par ailleurs :

« Le tonnage du bâtiment était de 15.000 tonnes en charge moyenne. Le cubage fut évalué à 25.000 mètres cubes. La totalité du soufre à employer correspondait donc à 800 kilos, à raison de 34 grammes par mètre cube. En fait, 1.000 kilos furent brûlés pour assurer une dératisation aussi complète que possible. »

La dératisation se fit en deux temps à deux jours d'intervalle. On n'aéra que le cinquième jour, ce qui porta à deux ou quatre jours, selon la tranche, la durée du contact des vapeurs sulfureuses. Après quoi, on entreprit le nettoyage du navire.

« Pendant l'opération de nettoyage, après la sulfuration, l'équipe de désinfection découvrit quelques puces encore vivantes dans certains locaux de l'intérieur, et des rats en très petit nombre dans les parties hautes du bâtiment. »

Ce furent ces constatations qui amenèrent le directeur du Service de Santé à décider d'employer la chloropicrine à bord du *Kronstadt*, afin de le débarrasser véritablement des derniers rats et parasites qui continuaient à le rendre dangereux.

CHAPITRE III

L'acide cyanhydrique.

Avec l'acide cyanhydrique, nous abordons l'étude d'un agent d'une puissance véritablement très grande. Mais aux multiples et très réels avantages qu'il présente sont opposés des inconvénients si graves qu'en France, un sage esprit de prudence en a, jusqu'à présent, fait écarter l'emploi. Les États-Unis, qui en matière commerciale poursuivent avant tout l'idéal du meilleur rendement, n'ont cependant pas hésité à en faire un usage qu'ils ont même rendu obligatoire. D'autres pays les ont imités, dont les principaux sont : l'Italie, l'Espagne, le Mexique, Cuba, l'Allemagne et les Pays-Bas, au moins à une certaine époque de la guerre.

Du fait des mesures prises, bon nombre de navires français sont ou ont été soumis dans les ports étrangers à des dératisations par l'acide cyanhydrique.

A ce sujet, signalons ce que vient de nous apprendre le docteur Ribot, le distingué directeur du Service sanitaire de Marseille, à savoir que les Américains reconnaissent désormais pour valables les sulfurations faites dans le grand port français de la Méditerranée, et qu'ainsi les navires dératisés à Marseille sont dispensés de l'être à nouveau en Amérique ; l'armement français y gagne pour chaque opération une journée de temps et 50 dollars.

Profitions de cette occasion pour adresser au docteur Ribot l'expression bien sincère de nos vifs remerciements pour les

avis autorisés dont il voulut bien nous faire part au sujet de ces nouveaux procédés de dératissage par l'acide cyanhydrique ou la chloropicrine.

* * *

Préparation. Propriétés physiques. — L'acide cyanhydrique s'obtient aisément en quantités voulues pour faire les dératissages au moyen de la simple réaction de l'acide sulfurique dilué sur le cyanure de sodium ou de potassium. Cette réaction est tumultueuse et il en résulte un abondant dégagement de vapeurs cyanhydriques. Ces vapeurs sont douées d'un pouvoir de diffusion et de pénétration considérable : leur densité inférieure à celle de l'air est de 0,9467. Aussi, n'était ce leur extrême toxicité qui rend dangereuse une atmosphère n'en contenant même que de très faibles quantités, l'aération avec un gaz aussi léger, d'une densité aussi voisine de celle de l'air, serait une chose particulièrement aisée et rapide. La ventilation artificielle, dans tous les cas où il serait possible d'y avoir recours, serait assurée du meilleur rendement ; le fonctionnement des turbines électriques ne pourrait, en aucune façon, être gêné par une différence aussi minime de la densité du fluide à mouvoir.

L'acide cyanhydrique, agent parasiticide. — Les premières applications parasitocides de l'acide cyanhydrique datent de 1866. Elles furent faites aux États-Unis par Cornillet pour la destruction de divers insectes des étables et des écuries. Par la suite, son emploi s'est étendu et a pris une grande importance pour le traitement de certaines maladies des orangers et des citronniers. Puis on s'en servit en diverses circonstances pour la désinsection des baraquements, de certains entrepôts et, plus tard, pour celle des wagons de chemins de fer (Indes).

Pour toutes ces opérations en plein air ou dans des locaux d'une aération facile, l'acide cyanhydrique peut être utilisé, si l'on prend les précautions nécessaires, avec un minimum de dangers et des bons résultats.

Beaucoup plus délicate est son application à un espace clos et cloisonné, tel celui que nous offre l'intérieur d'un grand vaisseau.

**Les premières applications de l'acide cyanhydrique
à la dératisation des navires.**

En fait, nous croyons que ce sont encore les Américains qui firent la première tentative de dératisation d'un navire par l'acide cyanhydrique. Elle eut lieu en 1916 sur un bâtiment de guerre, le *Tennessee*. Ce fut une entreprise peu banale et plutôt compliquée. Nous en trouvons le compte rendu dans l'*United States naval medical Bulletin* (vol. X, n° 2, 1916). Les quantités d'acide cyanhydrique employées furent considérables, 28 grammes de cyanure pour 2^{m3} 800. Les appareils produisant le gaz cyanhydrique étaient simplement constitués par des seaux de bois enduits de paraffine, pourvus d'un système à bascule permettant de réaliser la combinaison de l'acide sulfurique et du cyanure. Un plan d'action fut soigneusement établi dans lequel on détermina l'emplacement des seaux à cyanure, les voies d'accès des gaz et les trajets que devaient suivre les opérateurs auxquels étaient confiée la périlleuse mission de déclancher la réaction. Des scaphandriers pourvus d'appareils à inhalation d'oxygène s'acquittèrent de cette dernière tâche après que le bâtiment eut été complètement évacué et les machines éteintes. Ils sortirent en ayant soin de fermer après eux toutes les issues extérieures. Au bout de quatorze heures, les mêmes scaphandriers retournèrent à bord. Les ventilateurs furent mis en marche et le navire, dix-huit heures après, put être réoccupé par son équipage.

Très rapidement par la suite, l'acide cyanhydrique devint l'objet de nombreuses études et son emploi prit une grande extension, non pourtant sans causer, ainsi qu'on le verra plus loin, de nombreux accidents.

Le *Bulletin de l'Office international d'hygiène publique* de décembre 1919 présentait la traduction d'une note du lieutenant-colonel W. Gleen Liston, directeur du Laboratoire de

bactériologie de Bombay, dans laquelle l'auteur, après avoir développé avec, à notre avis, un excès d'optimisme les avantages de l'acide cyanhydrique, donnait la description d'un appareil construit sur ses plans, qui théoriquement semblait devoir être pratique et sûr.

Nous ignorons les raisons pour lesquelles, en ces dernières années, on en est resté à des procédés beaucoup moins perfectionnés et paraissant offrir une moins grande sécurité. L'appareil de W. Gleen Liston comprenait, en effet, un générateur où s'opérait un mélange d'air et d'acide cyanhydrique en une proportion déterminée. Comme pour l'appareil Clayton ou Marot, ce gaz était projeté à l'aide de ventilateurs dans l'intérieur du navire. Ce même appareil était capable de faire en temps opportun une ventilation suffisamment énergique pour rendre les locaux habitables en une heure. Le système Liston comportait de plus certains instruments servant à préciser la teneur en acide cyanhydrique de l'atmosphère et des papiers réactifs pour déceler les plus petites quantités de ce gaz. Le problème de l'efficacité, de la rapidité et de la sécurité des manipulations semblait, dans ces conditions, résolu de la meilleure façon.

Et cependant, pas plus en Italie qu'aux récentes expériences faites à Marseille en 1922 sur l'ordre du Conseil supérieur d'hygiène, nous ne voyons de dispositifs capables, comme celui-là semblait l'être, d'assurer une distribution régulière et dosée d'acide cyanhydrique et par la suite — chose importante — de pourvoir à la ventilation des locaux.

L'emploi de l'acide cyanhydrique en Italie.

En Italie, l'emploi de l'acide cyanhydrique a été très favorablement accueilli par les autorités sanitaires. On trouve dans le *Bulletin de l'Office international d'hygiène* les comptes rendus de différentes communications du docteur Lutrario, directeur général de la Santé publique, où sont exposées les vues officielles. Dans celle que publie le numéro du 20 mai 1920, après avoir fait de la chloropirine une critique dont tous les termes ne

sont pas exacts, car ils sont en contradiction avec les travaux très précis de M. Bertrand, après avoir éliminé le phosgène (oxysulfure de carbone) pour ses multiples inconvénients, l'auteur examine l'acide cyanhydrique et nous allons exposer les avantages qu'il y trouve.

Les dangers sont restreints du fait de l'odeur caractéristique d'amandes amères et de l'usage des papiers réactifs. Les opérations s'effectuent avec une grande rapidité. A Gênes, Naples, Palerme, sur de gros navires, en deux heures et demie, temps d'aération compris, on a pu dératiser et rendre accessibles, sans masques, toutes les parties du bâtiment. Les appareils sont très simples : une cuve de bois contenant de l'acide sulfurique dilué avec un couvercle de zinc, un petit récipient chargé de cyanure pouvant basculer sous l'action d'une ficelle. Quant aux résultats, ils sont des meilleurs : les poux, les punaises, leurs larves et leurs œufs sont tués en cinq minutes. Le pouvoir de pénétration se montre à l'expérience — tubes à essais chargés d'insectes et fermés d'un double bouchon — très supérieur à celui de l'acide sulfureux. Le gaz est inexplosible, n'attaque aucun métal, aucun tissu, n'altère aucune denrée, sauf les liquides. Enfin le procédé est économique et revient à la moitié du prix d'une sulfuration.

**Les expériences faites à Marseille, en 1922, sur l'emploi
de l'acide cyanhydrique.**

Après avoir donné ce résumé de l'opinion italienne, il nous semble que nous ne pourrions faire de meilleure mise au point de la question qu'en analysant les principaux éléments du très remarquable rapport de M. Bonjean relatif aux expériences de dératification par l'acide cyanhydrique pratiquées à Marseille par ordre du ministre de l'Hygiène.

De prime abord, M. Bonjean n'est pas sans reconnaître les très sérieux avantages de l'acide cyanhydrique, son très grand pouvoir toxique, ses propriétés physiques et chimiques favorables, forte tension de ses vapeurs — 472 millimètres à 13 degrés — cause de son extrême diffusibilité, fonction acide très

faible qui le laisse sans action sur les métaux et les étoffes, sa facilité de production et son bas prix de revient.

Les expériences que M. Bonjean avait la charge de conduire et dont il devait faire la critique avaient pour but d'examiner, selon les termes officiels, « les demandes en autorisation » présentées pour deux appareils à dératisation utilisant l'acide cyanhydrique. Elles eurent lieu sur deux navires de la Compagnie Paquet, l'*Arcturus* et la *Circassie*.

Pour l'une et l'autre de ces deux démonstrations, on avait préparé trente cages dont chacune renfermait des rats, des punaises, des poux, des cancrelats et des cafards.

De plus, on exposait quelques produits comestibles.

Les opérateurs étaient des Italiens ayant acquis en leur pays une grande expérience de ce genre de manipulations.

A bord de l'*Arcturus* fut expérimenté le procédé désigné dans le compte rendu par la lettre V. On avait choisi une cale vide de 2 000 mètres cubes et un roof meublé, de 250 mètres cubes. L'appareil était constitué par le traditionnel système à bascule : une cuve de bois doublée de plomb contenant de l'acide sulfurique dilué, surmontée du réservoir à cyanure ; une ficelle permettait de déclancher de loin la réaction. Les doses employées furent de 3 grammes de cyanure par mètre cube pour les cales et de 7 grammes pour le roof.

L'appareil fut placé à une profondeur de 6 mètres à l'intérieur de la cale et, toutes les précautions étant prises, de l'extérieur on tira sur la ficelle et le panneau fut bien fermé. Au bout d'une heure trente, des hommes pourvus de masques allèrent le rouvrir. Il régnait un fort vent d'Est. En trois heures d'aération, par le seul moyen de l'ouverture de ce panneau, on put pénétrer en tous les points de la cale, non sans avoir prudemment fait descendre au préalable une petite souris blanche à titre d'indicateur. On constata la mort de tous les animaux placés en expérimentation.

Pour le roof, on prit soin de disperser, profondément abrités sous des matelas et des couvertures, des puces, poux et punaises, afin de mesurer le pouvoir de pénétration de l'acide

cyanhydrique. De l'extérieur, on put observer qu'au bout de cinq secondes les rats ne donnaient plus signe de vie. On ouvrit dans le même délai d'une heure trente, et ici encore, en trois heures, la brise de mer avait rendu habitable le local qui était débarrassé de tout parasite.

*
* *

Sur la *Circassie*, le procédé L fut mis en expérience. Il était, quant à l'appareil, sensiblement différent du précédent. Et cet appareil n'était pas fait *a priori* pour inspirer une bien grande confiance. Devant rester en dehors du local, il se composait d'une cuve en bois doublée de plomb dont le remplissage s'effectuait par un tuyau muni à son extrémité d'une fermeture à vis. Cette cuve contenait l'eau acidulée. Au-dessus, un dispositif à renversement pour le cyanure, mû par une petite cordelette. Un couvercle de bois, une ceinture extérieure servant à canaliser le gaz que refoulait une pompe pneumatique à main complétaient l'agencement de l'ensemble. Et pour assurer l'étanchéité de cette minuscule, mais en puissance de mort, si formidable usine, la fragile garantie de bandes de papiers collées sur les jointures.

Ce fut sur un roof de 250 mètres cubes de la *Circassie* contenant douze cabines, une salle à manger, un fumoir, une cabine de luxe et diverses dépendances que porta la première partie de l'expérience.

Dès le début de l'opération, il ne tarda pas à arriver que la suppression fit éclater les joints de papiers collés, et M. Bonjean écrit que l'on vit se dégager « sous le nez de l'opérateur un important nuage d'acide cyanhydrique et de vapeur d'eau (qui d'ailleurs a pu être photographié) et qui était couché et emporté fort heureusement par le mistral extrêmement violent et régulier qui soufflait à bord ».

L'opérateur, pour qui la chose ne devait vraisemblablement pas être une surprise, n'en continua pas moins à pomper et à comprimer les gaz selon les instructions. On maintint le contact

pendant cinq heures, au bout desquelles on fit une aération qui, en une heure, grâce au mistral régnant, permit de pénétrer dans les locaux. L'action de l'acide cyanhydrique n'avait pas été d'une rigueur absolue. On retrouva quelques cafards vivants, deux punaises, un rat agonisant. Les déperditions de gaz en étaient vraisemblablement la cause.

M Bonjean, édifié sur les dangers d'un tel appareil, après avoir dûment averti des risques auxquels il s'exposait l'homme préposé à son fonctionnement, consentit cependant à passer à la seconde partie de l'épreuve qui devait cette fois porter sur une cale de 1.000 mètres cubes. Il eut soin, comme dernière mesure de prudence, de placer à côté de l'opérateur une petite souris blanche, « avertisseur suprême du danger ». Les mêmes phénomènes précédemment décrits ne tardèrent pas à se reproduire. Le même nuage blanc apparut, et quelques minutes plus tard la petite souris mourait. En dépit des observations et avis qui lui sont alors adressés, l'opérateur s'entête à remplir son rôle, quand tout à coup « il lève les bras, la tête vers le ciel, tourne sur lui-même et vient s'abattre comme foudroyé, yeux révulsés, taches violacées sur la nuque, respiration difficile ».

On put d'ailleurs le ranimer, grâce à une intervention énergique immédiate.

Au bout d'une heure trente de contact, on souleva les panneaux, et après une aération par manche à vent, que l'on fit durer quatorze heures, on put descendre dans les cales.

Cette fois encore les résultats avaient été insuffisants.

Tel est le résumé des faits rapportés par M. Bonjean. Voyons maintenant les conclusions qu'il en tire :

1° L'acide cyanhydrique se condense sur les corps aqueux ou humides et se retrouve après les opérations en quantités importantes sur les parois des locaux et les différentes substances y contenues ;

2° Il pénètre également profondément dans les corps spongieux qui le retiennent plus ou moins longtemps. Plusieurs jours après son emploi, on peut encore constater la présence de

traces d'acide cyanhydrique. Dans certaines cabines, son odeur se révélait dès qu'on fermait les hublots. D'autre part, un papier réactif à l'acide picrique et au carbonate de soude virait facilement au rouge sous son action; quand on le mettait au contact des parties profondes des matelas et des couvertures;

3° Il se fixe sur les aliments; en proportion d'autant plus grande que ceux-ci sont plus riches en eau. Ces quantités ne paraissent toutefois pas être suffisantes pour provoquer des accidents immédiatement apparents.

4° Il est loin d'être toujours facile de se débarrasser du résidu des réactions, encore fort riche en acide cyanhydrique;

5° Aucun des procédés mis à l'étude ne possède de système de ventilation, et le danger persiste à plus ou moins longue portée pour les hommes appelés à travailler dans les cales;

6° Enfin, on ne saurait se prémunir contre les risques de fuites à travers des cloisons dont on ne soupçonne pas l'impénétrabilité.

Conclusions sur l'emploi de l'acide cyanhydrique.

La supériorité de l'action parasiticide de l'acide cyanhydrique.

— Les conclusions de M. Bonjean ne peuvent pas ne pas être estimées justes. L'acide cyanhydrique est un agent de dératisation doué d'une grande puissance. Toujours selon les observations de Bonjean, des rats ayant respiré un centième de milligramme de gaz cyanhydrique, dans une atmosphère contenant 2 grammes d'acide cyanhydrique par mètre cube, sont foudroyés. Selon N. Bruni, dans un article paru dans *Igiene Moderna* de décembre 1922, une concentration de 0,15 p. 100 en volume pour les rats et 0,30 pour les insectes assure une efficacité suffisante. Dans la pratique, cette supériorité s'affirme par des faits, tels ceux déjà anciens que Creel et Simpson rapportent dans *Public health Rep.* de septembre 1917. Opérant sur l'ensemble du navire, ces auteurs sont arrivés à établir, par de multiples expériences, les rapports suivants dans le pourcentage des rats tués par l'acide cyanhydrique concurremment employé avec le gaz sulfureux : 77 p. 100 pour le soufre contre 95 p. 100 pour l'acide cyanhy-

drique. Faisant d'autres essais, ceux-là tout particulièrement intéressants parce qu'ils portaient seulement sur les superstructures du navire, où il est si difficile d'atteindre les rats — embarcations, apparaux, mâtures, ces mêmes auteurs ont enregistré des chiffres qui mettent mieux encore en lumière la supériorité de l'acide cyanhydrique. En effet, dans ces conditions, le soufre laisse échapper à peu près la moitié des rongeurs (55 p. 100), tandis que l'acide cyanhydrique les tue presque tous (94 p. 100).

Les dangers de l'acide cyanhydrique. — Mais poison d'une rare violence, capable de provoquer la chute immédiate avec quelques convulsions et l'asphyxie, l'acide cyanhydrique est une arme redoutable à manier. Il peut tuer en quelques secondes aux doses les plus faibles, avec cependant des variations individuelles de sensibilité assez étendues. Selon l'éminent professeur de Bordeaux, M. Barthe, on ne trouve après la mort que de la congestion des organes avec un sang rouge vermeil résultant de la combinaison de l'acide cyanhydrique avec l'hémoglobine.

Cette toxicité, jointe à la grande diffusibilité de ses vapeurs, lui confère, en matière de dératization et de désinsection, un pouvoir de pénétration et une action pour ainsi dire sans limites. Aussi le problème de la dissémination de l'agent toxique qui nous préoccupait si fort lorsque nous traitions du soufre se trouve-t-il ici résolu à peu près de lui-même : l'acide cyanhydrique filtre et s'insinue par les moindres interstices. Point n'est question — cela serait d'ailleurs fort inutile — d'utiliser pour le répandre à l'intérieur du navire les tuyautages des services du bord, comme cela peut parfois se faire avec avantage pour l'anhydride sulfureux. On s'exposerait à de graves accidents dus aux énormes quantités de gaz cyanhydrique qui ne manqueraient pas de s'accumuler en se condensant sur les longues surfaces humides de ces conduits.

Cette pénétration profonde du gaz cyanhydrique n'est pas un de ses moindres dangers. Elle est la cause d'accidents tardifs,

qui surviennent plus ou moins longtemps après les dératisations. Le numéro de juillet 1921 de la Revue *Igiene moderna* signalait 4 cas de mort, récents à l'époque, dont 2 pouvaient être mis au compte de l'imprudence, tandis que les 2 autres survenus de nuit confirmaient les dangers signalés plus haut. Il s'agissait de personnes intoxiquées dans des locaux considérés comme habitables : un dégagement des gaz accumulés dans les objets de literie et les étoffes avait dû se produire sous l'influence de la chaleur.

Dans le but d'éliminer le danger lors de la réadmission du personnel, on s'est attaché à chercher les moyens propres à déceler les traces d'acide cyanhydrique. On s'est servi et on se sert encore d'animaux sensibles, tels que la souris blanche, ou mieux l'hirondelle, beaucoup plus sensible. Mais ces moyens étant peu pratiques, on s'est orienté vers l'emploi de papiers réactifs dont on a établi diverses formules. Les Italiens ont adopté un papier à la résine de Gaïac sensibilisé au moment de son emploi par une solution de sulfate de cuivre. En Allemagne, c'est un papier fraîchement trempé dans un mélange d'acétate de cuivre, de benzidine dans l'acide acétique ; ailleurs, le papier à l'acide picrique et au carbonate de soude. Aucun de ces moyens d'investigation ne peut être assuré d'une efficacité réelle, puisque, comme nous venons de le voir, l'acide cyanhydrique condensé et renfermé dans la trame des matériaux peut se dégager d'une façon irrégulière, au gré des circonstances, à doses pouvant subitement devenir dangereuses.

En définitive, nous sommes obligé de conclure qu'en dépit de toutes ses qualités parasitocides, de son innocuité vis-à-vis des objets qui permet de l'employer en tous lieux, le Conseil supérieur d'hygiène de France a été fort sage en n'autorisant pas, pour la dératisation à bord des navires, l'acide cyanhydrique.

Dans le *Bulletin de l'Office international d'hygiène*, K.-B. Lehman établissait une statistique de 47 cas mortels pour un espace de trente mois (novembre 1917 à avril 1920) aux États-Unis. Il n'est pas de médecins sanitaires faisant les lignes des pays où

L'on dératise par l'acide cyanhydrique qui ne soient fixés sur les dangers de cette pratique. Longue serait la liste des bâtiments sur lesquels sont arrivés des accidents mortels. En ce jour même où nous écrivons ces lignes — triste confirmation de notre opinion — la radiotélégraphie nous apprend que l'équipage français du vapeur *Caroline* vient de perdre à la Nouvelle-Orléans 5 hommes, dont 2 officiers, à la suite d'une dératisation par l'acide cyanhydrique.

En temps ordinaire, la dératisation des navires peut, à un juste point de vue, être considérée autant comme une opération de propreté, de mieux-être, d'économie, que comme une mesure de prophylaxie antipesteuse applicable avec une extrême rigueur. Dans ces conditions, on n'a guère le droit d'exposer des vies humaines pour tenter d'exterminer la population murine d'un bâtiment que les premiers contacts, même distants, avec la terre auront vite fait de renouveler. En cas d'épidémie, il est clair que nous serions beaucoup plus exigeant et que nous voudrions qu'on fit alors une dératisation et une désinsection véritablement totales. Nous dirons plus loin les moyens que nous proposerions pour arriver à ce but et les raisons qui nous font penser qu'avec les sacrifices de temps qu'imposent ces circonstances, il est un agent prophylactique meilleur que l'acide cyanhydrique.

CHAPITRE IV

La chloropierine.

Les principaux travaux qui ont établi le pouvoir parasiticide de la chloropierine.

Après avoir été un gaz de guerre lacrymogène et suffocant, plutôt que véritablement toxique, la chloropierine n'est pas tombée dans l'oubli, mais a été l'objet de nombreuses études en vue d'applications utilitaires variées.

Le nom d'un savant français domine tous ces travaux, c'est celui de M. Gabriel Bertrand. Au cours des années 1919 et 1920, les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* ont reproduit un certain nombre de notes dans lesquelles était condensé le fruit de ses observations toujours précises.

M. Bertrand s'est attaché à montrer tous les services que l'on pouvait attendre de la chloropierine pour la destruction d'un grand nombre de parasites. Le 7 avril 1919, il faisait connaître une série de résultats particulièrement démonstratifs de l'efficacité de la chloropierine sur les chenilles, les larves de lépidoptères, les pucerons. Le 5 mai de la même année, en comparant entre elles plusieurs substances volatiles : anesthésiques, lacrymogènes ou toxiques, il établissait l'incontestable supériorité de la chloropierine pour la lutte contre les insectes. Il montrait que l'acide cyanhydrique lui-même, s'il peut soutenir la comparaison avec la chloropierine, n'en est pas moins en état de légère infériorité sur cette dernière. Puis, en sa note du 1^{er} septembre 1919, il indiquait les concentrations et les temps nécessaires pour détruire les punaises, ces hôtes si tenaces de certains

locaux militaires ou hospitaliers et de nombreux navires. Le 10 novembre et le 1^{er} décembre 1919, ses communications portaient sur le charançon du riz. En février 1920, il envisageait enfin longuement, d'un point de vue purement théorique, il est vrai, la dératisation des navires et nous aurons à revenir sur les détails de cette dernière note.

Au nom de G. Bertrand, il convient d'ajouter celui de P. Vaysière, qui s'est occupé de la destruction du criquet marocain, insecte ravageur de certaines régions du littoral méditerranéen, celui de Legroux, ceux des collaborateurs de M. Bertrand : M^{me} Rosenblatt, Brocq-Rousseu et d'autres auteurs étrangers. N'oublions pas de citer à Bordeaux le savant docteur Jean Feytaud, de la Faculté des sciences, directeur de la Station entomologique, qui a montré, au cours de remarquables travaux sur les termites, tout l'intérêt pratique qui s'attache à l'emploi de la chloropicrine pour la sauvegarde de la charpente des immeubles envahis par ces terribles habitants du bois.

Propriétés physiques et chimiques. — Nous empruntons à un travail de M. le pharmacien principal de la marine Randier, paru dans les *Archives de médecine navale* de 1922, les brèves considérations chimiques suivantes :

La chloropicrine ou trichloro-nitro-méthane se présente sous l'aspect d'un liquide huileux, très clair, transparent, très réfringent. Sa densité est de 1,665 à 15 degrés, celle de ses vapeurs 6, avec une tension élevée de 30 mill. 2. Elle n'est ni combustible, ni explosible, se montre neutre aux papiers réactifs. Insoluble dans l'eau, elle se dissout dans l'alcool et l'éther.

Le mérite d'avoir été les premiers à faire de la dératisation à bord de navires à l'aide de la chloropicrine revient à des Italiens, MM. Bernardini et Piutti. Ils rappelèrent, en une note à l'Académie des sciences du 6 avril 1920, leurs travaux datant déjà de 1917 et ils disaient : « Les expériences que nous avons faites en vue de l'emploi de la chloropicrine pour la dératisation des navires ont été d'abord effectuées dans le laboratoire

(dans des chambres appropriées) et ensuite dans les cales des bateaux. Ces cales cubaient respectivement 800 mètres cubes, expérience effectuée à bord du *Tebe* le 5 décembre 1917, et 1.075 mètres cubes, expérience à bord du *Sumatra* le 17 décembre 1917. »

Ces auteurs insistaient sur les bons effets obtenus et sur le fait que la farine, le pain fabriqué avec des blés traités par la chloropicrine étaient absolument inoffensifs et conservaient leurs propriétés nutritives.

La dératisation par la chloropicrine selon les données du professeur Bertrand. — En France, la partie théorique de la question avait été déjà mise au point quand eurent lieu les applications pratiques. On le constate en se reportant à la note à l'Académie des sciences, du 9 février 1920, de M. G. Bertrand. Nous y lisons :

« On a préconisé et utilisé principalement pour la dératisation des navires le gaz cyanhydrique et l'anhydride sulfureux apportés sous pression dans des bouteilles d'acier ou produits à l'endroit même à l'aide d'appareils spéciaux. Nous avons reconnu que *le rat et son parasite suceur sont extrêmement sensibles à l'action de la chloropicrine* et qu'il est possible de considérer cette vapeur comme un très bon agent de dératisation. »

La démonstration de cette affirmation tient dans les documents que nous reproduisons ci-dessous et que contenait cette note. Ce sont deux tables. La première établit les temps moyens en lesquels succombent des rats placés dans une atmosphère à concentration variable de chloropicrine. La seconde indique les temps mortels moyens pour un séjour d'une durée variable dans une atmosphère de concentration fixe déterminée.

TABLE I. — Rats placés dans une atmosphère à concentration variable.

Nombre de grammes de chloropicrine par mètre cube.	Temps moyen mortel.	Nombre de grammes de chloropicrine par mètre cube.	Temps moyen mortel.
1	2 h. 5 m.	7	30 m. 30 s.
2	1 h. 23 m.	8	26 m.
3	41 m.	19	22 m. 30 s.
4	39 m.	40	22 m.
5	34 m. 30 s.	25	10 m. 30 s.
6	27 m.	30	10 m.

TABLE II. — Rats placés un temps variable dans une atmosphère contenant 10 grammes de chloropicrine par mètre cube.

Durée du séjour.	Temps de mort.	Poids.	Température.
1 minute.	4 h. 18	147	16
2 »	4 h. 33	47	18
3 »	0 h. 58	120	16
5 »	0 h. 36	129	16
7 »	1 h. 9	65	16
10 »	0 h. 48	67	15
12 »	0 h. 52	102	16
15 »	0 h. 28	72	15

La deuxième partie de la note de M. Bertrand était consacrée à l'action de la chloropicrine sur la puce. Son importance est grande au point de vue de la prophylaxie antipesteuse, puisque c'est cet insecte qui est l'hôte intermédiaire pour cette maladie.

Reportons nous encore au texte de M. Bertrand :

« Lorsque les rats sont placés dans une atmosphère de chloropicrine, les puces dont ils sont porteurs s'enfuient presque aussitôt, mais elles meurent peu de temps après avoir quitté leur hôte, car elles sont encore plus sensibles que lui à l'action du toxique. »

« Nos observations ont porté sur près de 50 individus; les doses de substances chlorées variant de 5 à 30 grammes par mètre cube, la température de + 16 à + 24, les temps de mort sont restés compris entre trois et quinze minutes. »

Placées dans leur contexte, c'est-à-dire en rapport avec tous les autres travaux de M. Bertrand sur les applications parasitocides de la chloropicrine, on se rend compte de la valeur et de la portée que pouvaient avoir ces notions nouvelles sur la dératisation.

En juillet 1921, elles devaient sortir du domaine des spéculations théoriques pour recevoir la sanction de l'expérience.

Cette initiative fut prise à Bizerte. Le mérite en revient entièrement à M. le médecin général Barthélémy, directeur de l'arrondissement maritime algéro tunisien. Elle fit partie d'un ensemble de mesures prophylactiques qui eurent pour effet d'arrêter en huit jours, du 2 au 10 juillet, une épidémie de peste née sur un navire fortement contaminé dont — circonstance aggravante — la tenue et l'hygiène étaient particulièrement déplorables.

Les renseignements et les citations que nous allons maintenant produire sont empruntés aux communications de M. le médecin général Barthélémy. Ils proviennent du *Compte rendu à l'Académie de médecine* du 6 décembre 1921 et de l'article très détaillé que publièrent les *Archives de l'Institut Pasteur de l'Afrique du Nord*.

La dératisation du Kronstadt par la chloropicrine. — Nous avons d'ailleurs déjà eu l'occasion, à propos de l'anhydride sulfureux, de parler de l'histoire de ce navire-atelier de la flotte Wrangel, le *Kronstadt*, venu avec les autres éléments de cette force navale s'immobiliser sur le lac de Bizerte au début de 1921. Nous avons dit dans quelles conditions, par suite de l'existence à bord d'un magasin à blé dont une bonne partie avait été reconnue avariée dès l'embarquement à Sébastopol, la peste avait pu, selon l'heureuse expression de M. le médecin général Barthélémy, « se conserver en vase clos » jusqu'à la fin juin en dépit d'une sulfuration faite dès l'arrivée de ce navire sur les eaux tunisiennes. En voici l'explication : « Lors de cette sulfuration, écrit M. Barthélémy, des rats ont échappé à l'asphyxie et ont été contaminés par la suite par les cadavres

de rats pesteux qui se trouvaient au milieu des sacs de blé. »

Après l'éclosion des 4 premiers cas de peste, le 2 juillet 1921, le navire ayant été sur-le-champ mis en quarantaine, on en fit la dératisation à l'aide de l'appareil Blanc. Les résultats, qui dans d'autres circonstances eussent pu être qualifiés de bons dans l'ensemble, se révélèrent dans ce cas grave nettement insuffisants. Après l'opération, on trouva encore vivants à bord beaucoup de puces et quelques rats. « Il fallait à tout prix détruire tous les rats et les parasites pour être certain que ce navire dangereux et dans des conditions d'hygiène si défavorables ne pourrait plus transmettre la peste aux équipages destinés à l'habiter après désinfection. Aussi le directeur du Service de Santé décida-t-il de le soumettre dans son entier à l'action de la chloropicrine dont nous possédions un approvisionnement suffisant. »

Le *Kronstadt* était un fort bâtiment de 15.000 tonnes, dont le cubage avait été précédemment estimé à 25.000 mètres cubes. D'un cloisonnement nécessairement assez poussé, eu égard aux différents services qu'il devait assurer, il restait, après la sulfuration qui en avait été faite et le nettoyage consécutif, très fortement encombré de matériaux divers.

L'épreuve de la chloropicrine rencontrait donc là d'emblée les conditions d'une vaste expérience, avec même, surajoutées, beaucoup de difficultés que ne comportent pas les dératisations ordinaires.

M. le pharmacien principal Randier et le docteur Fontaine, médecin de la marine, furent chargés de diriger les opérations.

Après étude des dispositions du navire, ils conclurent à la nécessité de conduire la chloropicrine, par de longs tubes de caoutchouc entoilé, en différents points d'où les vapeurs se répandraient en tous lieux. En fait, ils prirent comme réservoirs cinq bidons de 50 litres à chacun desquels ils firent sonder quatre tubulures avec robinets reliant ainsi chacun des réservoirs à quatre de ces longs tubes.

A l'endroit où s'arrêtait le tuyau était disposé un petit tas de copeaux de bois destiné à faciliter l'évaporation. Il y eut en

somme, de cette façon, pour l'ensemble du bâtiment, vingt foyers d'émanation de vapeurs de chloropierine.

Le 19 juillet, tout ayant été ainsi disposé, M. Randier, assisté d'un infirmier, faisait ouvrir tous les robinets. Retournant à bord le 22, il constata que même sous le masque les fonds étaient inabordables. Le matin, on ouvrit tous les panneaux et l'après-midi presque tous les hublots. Le 23, les entreponts étaient accessibles; les cales ne l'étaient pas encore. On attendit jusqu'au 25 et, ce jour-là, on s'aïda de l'appareil Blanc pour faire l'aspiration de l'air vicié. Le 26, il y avait encore quelques locaux inaccessibles. M. Randier, pour en finir, décida de neutraliser la chloropierine à l'aide d'une de ces solutions à base de sulfure de soude ou de potasse qui ont malheureusement l'inconvénient d'abîmer les tissus. Cette dernière opération réussit. Le bateau fut entièrement habitable le jour même, non cependant sans que quelques légers picotements aux yeux ne fussent encore ressentis. Après cette laborieuse besogne de l'aération, on put juger des résultats. Les voici d'après M. le médecin général Barthélémy : « Tous les rats, peu nombreux du reste, qui se trouvaient encore dans les parties hautes du navire ont été tués. On ne trouva dans les coursives voisines des cuisines que quatre cadavres de rats. Aucun n'était porteur de bacilles pestueux. Tous les cancrelats touchés par les vapeurs de chloropierine ont été tués. On en retrouva des légions gisant sur le parquet voisin des cuisines. Les punaises, très nombreuses dans les chambres, ont toutes succombé. Il en fut de même pour les puces qu'il y avait encore dans les postes d'équipages et les magasins à grains. »

La vaste opération du *Kronstadt* n'est pas restée un fait unique dans la marine de guerre. En 1921, le docteur Seguy, médecin de la marine, entreprit la dératisation par la chloropierine d'un transport de 4.000 tonnes. Du compte rendu qu'il fit paraître dans les *Archives de médecine navale*, nous pouvons donner le résumé suivant.

Un homme fut seul chargé de répandre la chloropierine à

l'intérieur du bâtiment. Cette opération dura trois heures. On laissa le contact se faire durant vingt-quatre heures. Le docteur Seguy estime que l'action de la chloropierine fut d'une efficacité absolue. On découvrit dans les espaces libres des cadavres de rats accumulés en tas. Mais l'aération, quoique beaucoup moins pénible que sur le *Kronstadt*, présenta cependant quelques difficultés. Et le docteur Seguy écrit :

« L'expérience présente a démontré que les locaux même à aération facile, sur le pont, n'ont pu être définitivement habités que vingt quatre heures après l'ouverture. Et même un officier ayant voulu, malgré nos recommandations de prudence, coucher dans sa chambre après la vingt-septième heure, dut la quitter bientôt fortement incommodé. »

Avec beaucoup moins de difficultés — probablement à cause de la moins grande complexité du cloisonnement — le docteur Mirguet put faire à Cherbourg la dératisation par la chloropierine du cargo de 5.000 tonnes *Évangéline*.

Ce bâtiment, qui devait se perdre peu de temps après, par suite d'une avarie de barre, dans les passes de Lorient, avait été rendu habitable dans les vingt-quatre heures qui suivirent l'opération.

En 1922, le contre-torpilleur *Sénégalais*, de la flottille de l'Océan, pourvu de tout son armement, fut, de la même façon, soumis à une épreuve de dératisation totale. Les résultats obtenus furent excellents, mais l'aération et l'habitabilité ne purent être obtenues qu'au bout de cent vingt heures.

Conclusions sur l'emploi de la chloropierine.

Ainsi, dans la pratique, les brillantes qualités parasitiques de la chloropierine, reconnues par M. Bertrand au laboratoire, se trouvèrent confirmées par l'expérience tant sur le *Kronstadt* que sur les autres bâtiments.

Nous venons de voir, en effet, que sur le *Kronstadt*, en dépit

de la sulfuration préalable qui avait fait disparaître le plus grand nombre de puces et de rats, il restait encore des punaises très nombreuses et des « légions de cancrelats » dont seule la chloropirine vint à bout.

Mode d'emploi de la chloropirine. — Grâce aux travaux de M. Bertrand, nous connaissons bien les conditions de l'emploi de cette chloropirine. Nous savons que les doses optimales pour atteindre les insectes en même temps que les rats sont aux environs de 10 grammes par mètre cube.

On admet que la durée du contact doit être de vingt-quatre heures. En sa note du 1^{er} décembre 1919 à l'Académie des sciences, M. Bertrand a montré que seule de tous les agents physiques, la chaleur était susceptible d'exercer une influence sur l'action de la chloropirine, celle-ci gagnant de rapidité quand la température s'élève.

A ce point de vue, l'atmosphère ordinairement chaude qui règne à bord des navires ne peut que créer des dispositions favorables.

Le problème de la distribution des vapeurs de chloropirine.

La chloropirine émet des vapeurs dont la tension très élevée de 30 mill. 2 n'est pas loin d'atteindre celle du gaz cyanhydrique. Elle possède, de ce fait, un pouvoir de pénétration comparable à celui de ce dernier. Malheureusement, les solutions apportées jusqu'à présent au problème de sa distribution dans l'intérieur des navires ont été un peu simplistes. Nous connaissons celle adoptée sur le *Kronstadt* et nous dirons ses inconvénients.

M. Bertrand, interrogé, indiquait le procédé que voici :

Après avoir cubé le local et oblitéré toutes les ouvertures, sauf une sortie, un opérateur pourvu d'un masque s'avancerait vers le fond de l'espace à dératiser tenant à la main un flacon de chloropirine et un verre à expérience. Cet opérateur lancerait vers le plafond, par fractions, à l'aide de son verre à expérience, la chloropirine contenue dans son flacon, tout en recu-

lant progressivement vers la sortie qu'il devrait atteindre quand il aurait épuisé le contenu de son flacon.

Procédé éminemment simple ne nécessitant aucun outillage particulier, mais ayant l'inconvénient d'exiger un séjour prolongé dans le milieu toxique et tendant à devenir d'une impossibilité radicale pour peu qu'on veuille l'appliquer à l'ensemble d'un grand navire.

Si l'on s'en tenait à la considération des avantages qui en résulteraient pour la rapidité de l'élimination et pour la précision de la méthode, on serait tenté de vouloir appliquer à bord le procédé de la pulvérisation fine dont le docteur Feytaud, de Bordeaux, se sert de façon si pratique dans les maisons aux poutres ou planchers envahis de termites. Nous avons vu des gens qui pratiquent ces manipulations dans des locaux à terre. Ils nous ont affirmé qu'avec les masques A. R. S. — l'appareil Tissot est une bien meilleure garantie que l'on devrait exiger à bord — ils supportaient sans difficulté un séjour d'environ trois heures dans l'atmosphère qu'ils s'employaient à saturer de chloropierine. La chloropierine n'attaque pas les mains, et la seule gêne apportée à ce genre de travail provient de ce qu'il se forme, au bout de quelque temps, une buée fort désagréable sur les lunettes du masque. Ce qu'il faut éviter, c'est d'introduire dans son masque, en le soulevant ou en le déplaçant, une petite quantité de chloropierine qui amènerait rapidement une crise de larmoiement et de suffocation véritablement insupportable.

En ayant bien soin de spécifier que, sur les navires, cette méthode de pulvérisation est justiciable des mêmes critiques que celle préconisée par M. Bertrand, qu'étant inapplicable en général, elle reste délicate, longue et pénible même dans les limites de ses possibilités, nous ne la condamnons pas d'une façon absolue. Nous pensons même qu'elle peut rendre des services pour des opérations partielles, par exemple celle qui aurait pour but de débarrasser un poste d'équipage, ou tout autre local particulièrement infesté, des rats, puces et punaises qui l'habitent.

Parmi les autres moyens usités, signalons celui qu'employèrent les premiers expérimentateurs Piutti et Bernardini. Il se rapproche de ce qu'on fit sur le *Kronstadt*. Ces auteurs avaient placé sur le pont du navire leur réservoir à chloropicrine. De là, cette chloropicrine filtrait lentement par l'intermédiaire de tubes de toile bourrés d'ouate vers les cales où elle devait s'évaporer.

On a enfin conseillé la suspension de toiles imbibées de chloropicrine; c'est un système trop compliqué pour être l'objet d'un emploi général, tout au moins à l'intérieur des navires, mais peut être utile pour le pont et les superstructures.

Cet exposé montre que la question de la dissémination de la chloropicrine n'est pas résolue. Il faudrait pour rendre pratique cette dissémination, avoir des pulvérisateurs automatiques qui, placés aux bons endroits, agiraient comme autant de générateurs; ou mieux encore un appareil extérieur à l'enceinte à dératiser et qui projetterait à la manière du Clayton ou du Marot de l'air saturé de chloropicrine.

Étant donnée la forte tension de ses vapeurs, il suffirait, pour obtenir ce résultat, de réaliser un dispositif tel que dans une chambre à gaz parcourue à une vitesse convenable par de l'air vienne se faire une pulvérisation fine de chloropicrine. On obtiendrait ainsi à la sortie de l'appareil un air très fortement chargé de vapeurs chlorées qu'il suffirait de distribuer à l'aide de manches dans l'intérieur du navire.

À défaut et en attendant, la meilleure solution consisterait à perfectionner le système employé sur le *Kronstadt* en favorisant l'évaporation au point d'arrivée des divers tuyaux. Pour cela, il faudrait étendre les surfaces de contact et augmenter les matériaux d'inhibition, de façon à éviter que le flot de chloropicrine ne déborde et ne s'étale en nappes profuses particulièrement lentes à se volatiliser.

La chloropicrine n'est pas dangereuse à manier. Elle ne présente pas les risques foudroyants auxquels expose l'acide

cyanhydrique. Son odeur la révèle à des doses inoffensives. Avec elle, il n'est pas nécessaire d'avoir recours, comme pour l'acide cyanhydrique, à des masques compliqués pourvus de tubes d'oxygène; les masques A. R. S. de l'armée, à défaut du Tissot, peuvent être estimés suffisants. Cependant, si l'on veut se mettre à l'abri des quelques troubles pouvant résulter d'un contact par trop prolongé avec les vapeurs de chloropicrine, il faut faire des manipulations correctes. M. Randier et son équipe éprouvèrent à la suite de la dératisation du *Kronstadt* quelque indisposition : picotements aux yeux, quintes de toux, trachéite, céphalée. L'opération qui avait été pénible, parce qu'ils n'en possédaient pas l'expérience avait été celle du remplissage des bidons de chloropicrine. Par la suite, M. Bertrand communiqua à M. Randier quelques observations pratiques tirées de sa propre expérience et qui auraient pu obvier à ces inconvénients.

La chloropicrine possède le privilège de n'attaquer aucune substance, aucun métal, aucun tissu de ne porter atteinte à la valeur alimentaire d'aucune matière comestible, sauf peut-être les graisses, sur lesquelles elle se fixe en quantité appréciable. Les instruments de précision que comporte l'armement d'un navire : les montres, les chronomètres, les compas, etc., ne subissent de son fait absolument aucune dégradation. Presque insoluble dans l'eau, elle n'a pas l'inconvénient de l'acide cyanhydrique de se condenser à la surface des corps humides. Les graines soumises à son action perdent une partie de leur pouvoir germinatif, mais encore est-il que cette altération est plutôt moindre avec la chloropicrine qu'avec les autres agents.

Les difficultés de l'aération.

La véritable difficulté, non insoluble, à l'emploi de la chloropicrine provient de sa densité. Ses vapeurs ont six fois le poids de l'air. Comment faire pour renouveler dans un navire une atmosphère aussi lourde. De fait, nous avons vu combien cela avait exigé de temps et de peine sur le *Kronstadt*. L'aération entreprise le 22 juillet dura jusqu'au 26. On s'aida, avec assez

peu de succès d'ailleurs, de l'aspiration produite à l'aide de l'appareil Blanc, et pour en finir avec certains locaux, on dut, le dernier jour, employer une solution neutralisante. Or, toutes ces solutions neutralisantes dont l'élément actif est un polysulfure et qui contiennent, d'autre part, de la soude pour éviter la formation d'hydrogène sulfuré, ont le tort d'être corrosives, aussi convient-il d'éviter d'avoir à s'en servir.

Sur le *Kronstadt*, on se fût heurté à de bien moins grandes difficultés d'aération, ainsi que nous l'a déclaré M. le médecin général Barthélémy, si la chloropicroline avait été plus finement divisée et, par conséquent, mise en de meilleures conditions d'évaporation. Il n'en est pas moins vrai que c'est dans ce problème de l'aération que résident les plus grosses objections que l'on puisse faire à la chloropicroline. Pendant longtemps, elles limiteront vraisemblablement son usage à quelques applications particulières.

Si, cependant, on voulait généraliser l'emploi de la chloropicroline — et vu ses propriétés tout à fait intéressantes, la chose en vaudrait peut-être la peine — nous aurions à notre disposition, avec les dangers en moins, un agent aussi efficace et même meilleur que l'acide cyanhydrique et réalisant une économie d'environ 30 p. 100 sur le soufre. Il faudrait, pour y parvenir, créer un matériel d'exploitation comportant des générateurs et surtout des moyens puissants de ventilation. Tel est l'avis de toutes les personnalités ayant étudié la question. Avec un outillage convenable, la ventilation ne serait peut-être pas très compliquée : la chloropicroline étant lourde, il suffirait de faire de l'aspiration au point le plus déclive et il ne faudrait peut être pas grand temps pour épuiser l'atmosphère toxique ainsi collectée dans les bas.

Quoi qu'il en soit, en l'état actuel de nos moyens, qui sont assez pauvres, la chloropicroline reste un bon agent de dératissage et de désinsection, susceptible de répondre, comme nous allons le dire plus loin, à des indications précises, lorsque l'élément temps doit passer au second plan et laisser place à l'efficacité.

CHAPITRE V

Critiques générales.

Ainsi parvenu aux termes de notre enquête, nous pouvons jeter un coup d'œil récapitulatif sur l'ensemble de la question.

Nous avons vu les difficultés et les conditions très particulières qui donnent au problème de la dératissage des navires un aspect tout à fait spécial et ne permettent de l'assimiler entièrement à rien de ce qui se fait ailleurs.

Des trois agents de dératissage dont nous avons entrepris l'étude et qui sont à l'heure actuelle le principal objet de la discussion pratique, nous avons montré les avantages et les inconvénients respectifs.

a) Acide cyanhydrique.

Les dangers de l'acide cyanhydrique ne permettent pas son emploi pour la dératissage des navires. — Pour ses énormes dangers, dont ne peuvent mettre à l'abri les précautions les plus minutieuses, nous considérons que l'acide cyanhydrique ne doit en aucun cas, en dépit de l'extension que son emploi a pu prendre dans certains pays, entrer dans la pratique de la dératissage en France. L'usage de ce gaz trop toxique aux doses les plus infimes et qui possède au surplus la fâcheuse propriété de se condenser en quantité appréciable sur tous les objets pour peu qu'ils soient légèrement imprégnés d'humidité est absolument condamnable dans les espaces confinés d'un navire.

Nous avons vu, en effet, que sous l'influence de la chaleur, des dégagements subits de ces dangereuses réserves cyanhydriques ont causé mort d'hommes. Pour les opérateurs, les risques ne sont pas moindres : la manipulation des cuves à cyanure, un déplacement du masque, l'épuisement de l'oxygène, les plus légères fautes de technique peuvent occasionner les accidents les plus graves.

b) Soufre ou chloropirine.

De ce fait, nous circonscrivons les débats entre le soufre et la chloropirine. Et il nous faut entre ces deux agents établir maintenant des distinctions.

Dans la pratique courante, le soufre est l'agent de choix. —

Dans l'état actuel des choses, en tenant compte de l'insuffisance de l'outillage, il est clair qu'on ne peut proposer aux armateurs la dératisation courante de leurs navires par la chloropirine.

Ceci pour les raisons suivantes :

La chloropirine, procédé d'une efficacité certainement supérieure, est d'une manipulation plus délicate que l'anhydride sulfureux. Son emploi n'a d'intérêt et ne se justifie qu'autant que l'on poursuit la réalisation d'une quasi-perfection dans la tâche de la dératisation et de la désinsection.

Or, il faut bien reconnaître que dans la pratique ordinaire un tel idéal n'est pas en vue. Nous avons déjà dit que l'on considérerait généralement comme suffisant de faire la dératisation des cales, des postes d'émigrants, des quatrièmes classes, des postes d'équipages, de ceux des chauffeurs, graisseurs, soutiers, garçons, de la cambuse et de l'infirmerie.

Nous ne blâmons pas ces accommodements. Ils résultent, selon nous, d'une juste conception des choses et ont en vue une conciliation nécessaire entre les prescriptions de l'hygiène et les intérêts commerciaux des compagnies de navigation.

Au surplus, l'expérience prouve depuis de nombreuses années qu'ils se montrent suffisants pour nous préserver, en général, de l'invasion de la peste par voie de mer.

A vouloir appliquer constamment en toute sa rigueur le principe de la dératisation absolue, on se heurterait trop souvent à des difficultés pratiques de tout ordre.

Dans le port de Bordeaux, par exemple, les courants de flot et surtout de jusant atteignent fréquemment à mi-marée une vitesse de 5 nœuds, et les grands navires sont astreints à conserver pour leur sécurité, pendant tout leur séjour à quai, une machine sous pression prête à fonctionner en cas de rupture d'amarres. Voici donc, dans cet exemple, un port, et des plus importants, où l'on ne pourrait, sans prendre des dispositions compliquées, obtenir de façon complète l'évacuation du personnel et l'arrêt de services nécessaires à une dératisation totale. Il n'est, d'autre part, pas besoin d'insister sur les frais et les inconvénients divers qu'occasionnerait cet arrêt du travail à bord d'un grand navire.

La sulfuration que l'on pratique ne fait évidemment disparaître qu'un certain nombre de rats, mais puisque de cette manière on obtient des résultats qui, du point de vue de l'hygiène aussi bien que de celui de la tenue générale du navire, peuvent être considérés comme acceptables, point n'est nécessaire en cas ordinaire de prendre des mesures plus strictes et de ce fait plus gênantes pour les transactions commerciales. Ce que nous avons dit de la chloropicrine nous permet d'affirmer que si on voulait s'en servir dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles on emploie habituellement le soufre, il en résulterait pour l'aération du bâtiment une importante et coûteuse perte de temps que ne compenseraient certes pas les avantages obtenus dans une opération intentionnellement limitée.

Nous concluons donc, sans la moindre hésitation, à l'usage du soufre pour la pratique courante. En dépit de ses inconvénients que nous avons longuement exposés : moindre efficacité, emploi interdit dans les locaux décorés, le soufre reste l'agent de choix, grâce à la rapidité et à la commodité de ses manipulations avec l'aide des outils perfectionnés que sont les différents appareils à sulfuration actuellement usités.

c) Sur un navire contaminé par la peste, il faut employer la chloropierine.

Mais il nous faut maintenant envisager l'hypothèse toujours possible et particulièrement redoutable durant les périodes de grands bouleversements de la lutte contre la peste sur un navire contaminé.

Dans de telles circonstances, il existe à bord des rats pesteux et des cadavres de rats ayant déjà succombé à l'infection. Les premiers sont éminemment dangereux par les puces qui pullulent dans leur pelage et qui, piquant l'homme, lui transmettent la maladie. Les seconds, abandonnés par les insectes piqueurs, constituent autant de réservoirs à bacilles et de véritables foyers d'infection.

Une utile prophylaxie vise dans un premier temps à la destruction intégrale des puces et des rats vivants, et en un second, à un assainissement complet du navire par l'enlèvement et l'incinération de tous les cadavres de rats.

Comment pouvons-nous espérer obtenir le premier de ces résultats dont dépend le succès de l'opération pour l'avenir et plus immédiatement la sécurité de l'équipe de nettoyage que nous allons, aussitôt la dératisation et la désinsection achevées, mettre à l'ouvrage.

L'esprit de méthode est la première et la plus essentielle des conditions. Il faut apporter un soin minutieux à l'étude du plan du navire et des voies d'accès, ainsi que nous l'avons souvent répété au cours de ce travail.

Aucune partie du bâtiment ne peut être laissée de côté, pas plus les salons luxueux que le tunnel de la machine. Il faut que les vapeurs parasitocides pénètrent partout. Ces principes s'imposent non seulement quand le danger s'est démasqué par l'éclosion d'un ou de plusieurs cas de peste dûment constatés, mais encore chaque fois qu'on a des raisons sérieuses d'éprouver des craintes.

Le 26 février 1917, le *Sardinia* avait quitté l'Australie. Après

relâche à Bombay, du 19 au 22 mars, il arriva à Marseille le 13 avril. Dans ce port, avant de débarquer des marchandises, on procéda à la fumigation des cales de l'avant. Onze jours après, alors que le navire faisait route sur l'Angleterre, 1 cas de peste et bientôt 6 autres se déclarèrent parmi l'équipage. L'enquête montra que tous ces cas avaient pris naissance dans les compartiments voisins du puits à chaînes, lequel était en communication avec les cales où avaient eu lieu les fumigations. Nul doute que l'éclosion de la peste à bord de ce bâtiment n'ait eu pour cause l'émigration, vers les locaux habités du navire et sous l'influence de fumigations locales, des rats pesteux embarqués à Bombay.

Un autre fait absolument analogue eut lieu sur le *Matiana*. Parti de Bombay le 9 juin, ce navire resta mouillé du 26 juin au 6 juillet en baie de Delagoa et on fit là une fumigation de deux de ses cales. Le 16 du même mois, la peste apparaissait à bord et on en compta 10 cas.

Couper la retraite aux rats en fermant toutes les issues est donc aussi important que d'obtenir une bonne dissémination de l'agent toxique.

Dans les opérations les mieux conduites, on néglige parfois de s'occuper des superstructures ; c'est là une grave omission. Outre qu'il est bien connu que les rats élisent parfois domicile dans les embarcations placées sur leurs chantiers, il est bien d'autres endroits où ils peuvent trouver refuge. On cite un navire où l'on trouva 33 rats dans la mâture après une troisième sulfuration. Quelle qu'en soit la difficulté, il faut dératiser les parties hautes d'un bâtiment.

Ces conditions générales étant posées, le choix de l'agent à employer doit se faire en tenant le plus grand compte de la sûreté de son action, de sa puissance parasiticide.

A ce point de vue, la chloropicrine possède des droits nettement établis et reconnus de tous. Le soufre ne peut soutenir avec elle une comparaison qui ne serait à son avantage ni du

point de vue de la meilleure prophylaxie, ni du point de vue économique, surtout s'il s'agit d'un grand paquebot. On imagine, en effet, aisément les dégâts immenses que causerait aux ameublements du bord l'action altérante de l'anhydride sulfureux. Les difficultés que l'on pourra rencontrer par la suite pour l'aération du navire et dont on viendra toujours à bout en y mettant le temps voulu comptent peu, il nous semble, devant ces considérations.

Et c'est pourquoi nous pensons que la chloropicrine est formellement indiquée pour la dératisation et la désinsection complètes et nécessaires des navires sur lesquels s'est abattu le fantôme de la peste.

M. le médecin général Barthélémy, en parlant des effets de la chloropicrine, disait :

« C'est peut-être le seul moyen de dératiser complètement un cuirassé ou un grand paquebot dont tous les étages seraient infectés. Mais il faut avoir du temps devant soi et de puissants ventilateurs à sa disposition pour l'aération des compartiments fermés du bâtiment. Au point de vue économique, la dépense est d'un tiers moins élevée qu'avec le soufre... »

Ajoutons que la chloropicrine, gaz très lourd, représente vraisemblablement l'unique moyen dont nous disposons pour faire une dératisation du pont et des superstructures. Son poids lui assure à l'air libre, par une atmosphère calme, une certaine stabilité dans l'espace. Et si, reprenant une idée que nous exprimait notre directeur, M. Barthélémy, on réalisait au-dessus et autour du navire, à l'aide de toiles et de prélaris, une voûte et une sorte d'enceinte dont émergeraient seuls la mâture et le sommet des cheminées, on pourrait, à l'abri de cette protection, obtenir avec la chloropicrine, pour l'intérieur du bâtiment aussi bien que pour les superstructures, des résultats prophylactiques qui tendraient vers la perfection.



CONCLUSIONS

1° L'acide cyanhydrique, bon agent de dératisation, est d'un emploi très dangereux. Son usage ne peut être admis à bord des navires ;

2° Le soufre donne des résultats suffisants. C'est l'agent employé dans la pratique ordinaire. Et nous ne pensons pas qu'il faille modifier cette façon de faire ;

3° La chloropicrine paraît être le seul agent capable d'assurer la destruction complète des rats et des puces. C'est à elle qu'il faut avoir recours pour faire une prophylaxie efficace, quand, par exemple, il s'agit d'un navire contaminé par la peste. Son emploi dans la pratique courante n'est pas à recommander à cause des longs délais nécessaires pour obtenir l'aération et l'habitabilité du navire. L'usage de la chloropicrine constitue donc un excellent procédé de dératisation, mais un procédé d'exception.

VU, BON A IMPRIMER :

VU : *Le Doyen,*

Le Président,

C. SIGALAS.

H. MANDOUL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 14 novembre 1923.

Pour le Recteur de l'Académie :

Le Doyen délégué,

C. SIGALAS.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTHE. — Précis de toxicologie.
- BARTHÉLÉMY. — Traité d'hygiène navale. *Archives de l'Institut Pasteur de l'Afrique du Nord*, 4 décembre 1921; Communication à l'Académie de médecine, 6 décembre 1921.
- BERTRAND (G.). — Compte rendu de l'Académie des sciences, 7^e avril, 5 mai, 1^{er} septembre, 10 novembre, 1^{er} décembre 1919, 9 février 1920.
- BONJEAN. — Gaz sulfureux sulfurique. Appareil Clayton nouveau Notyale. *Bulletin de médecine publique et de génie sanitaire*, 23 février 1921.
- Emploi de l'acide cyanhydrique pour la destruction des rats, des parasites et des insectes. *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, août 1922.
- BRUNI (N.). — *Igiene moderna*, décembre 1922.
- CHANTEMESSE. — Traité d'hygiène navale. *Bulletin médical* de 1907.
- CHEEL et SIMPSON. — Acide cyanhydrique et soufre. *Public health Rep.*, 7 septembre 1917.
- DESGREZ. — Compte rendu de l'Académie des sciences, 6 décembre 1920.
- FEYTAUD. — La Cité des Termites, 1921. Compte rendu de l'Académie des sciences, 23 août 1920.
- FIORITO. — Acide cyanhydrique. *Annali di medicina navale et coloniale*, septembre-octobre 1921.
- GIRARD. — Traité d'hygiène navale.
- GOLINI (O.). — Acide cyanhydrique. *Il policlino Sezo pratica*, 17 janvier 1921.

- HALDANE. — Reports to the local Government Board on the destruction of rats and disinfection on ship Board, 10 novembre 1904. *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, 1905.
- HEDERER. — Nouvel appareil à sulfuration (appareil Lochon). *Archives de médecine navale*, 1919.
- HOPE. — *Municipal Engineering and the sanitary record*, 12 septembre 1918.
- KHAYATT. — Thèse de Paris, 1902.
- LEHMAN. — Accidents causés par l'acide cyanhydrique. *Bulletin de l'Office international d'hygiène publique*, 31 décembre 1920.
- LESTAGE. — Thèse de Bordeaux, 1903-1904.
- LISTON (W.-Gl.). — Acide cyanhydrique. *Bulletin de l'Office international d'hygiène publique*, décembre 1919.
- LUTRARIO. — *Bulletin de l'Office international d'hygiène publique*, mai 1920.
- MANDOUL. — L'hygiène maritime à la Faculté de médecine de Bordeaux. *Journal de médecine de Bordeaux*, 10 juillet 1921.
- MARCANDIER. — Maladies à germes connus (Collection Sergent).
- MIRGUET. — Chloropicrine. *Archives de médecine navale*, 1921.
- PEPEU. — Dangers de l'acide cyanhydrique. *Igiene moderna*, juillet 1921.
- PIUTTI. — Compte rendu de l'Académie des sciences, 6 avril 1920.
- RANDIER. — Chloropicrine. *Archives de médecine navale*, 1922.
- SEGUY. — Note sur une dératisation et une désinfection de navire par la chloropicrine. *Archives de médecine navale*, 1921.
- SIMOND. — *Annales de l'Institut Pasteur*, 1908.
- United States Naval Medical Bulletin*, vol. X, n° 1, 1916.
- VAYSSIÈRE (P.). — Compte rendu de l'Académie des sciences, 4 août 1919.
- WADE. — *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, 1905, 1908.
- WILLOUGHBY. — Communication à la Section d'épidémiologie de la Société royale de médecine, 30 avril 1921.

